

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ EL HADJ LAKHDER –BATNA  
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Thèse pour l'obtention de  
Doctorat En Sciences Agronomiques

OPTION : PRODUCTION ANIMALE

*Présentée par :*

REKIK FOUAD

**Contribution à l'évaluation des ressources fourragères des  
parcours steppiques de l'Est Algérien  
« Cas de la région de Tébessa »**

Soutenu le 17/12/2015

Jury :

<b>Président</b>	<b>Meziane T.</b>	<b>Pr. Université de Batna</b>
<b>Directeur de thèse</b>	<b>Bentouati A.</b>	<b>Pr. Université de Batna</b>
<b>Examineur</b>	<b>Abes K.</b>	<b>Pr. INRA de Sétif</b>
<b>Examineur</b>	<b>Adamo A.</b>	<b>Pr. Université de Ouargla</b>
<b>Examineur</b>	<b>Ben makhlouf A.</b>	<b>Pr. Université de Constantine 2</b>
<b>Examineur</b>	<b>Oudjehih B.</b>	<b>Pr. Université de Batna</b>

**Année universitaire :2014-2015**

## **Remerciements**

D'abord nous remercions Allah de nous avoir donné la force et la santé pour mener à terme cette thèse qui n'aurait pu voir le jour sans la collaboration de nombreuses personnes qu'il m'est agréable de remercier.

Je tiens vivement à remercier Monsieur le professeur Ben Touati Abdallah, d'avoir accepté de diriger ce travail et pour l'aide et les conseils dont j'ai bénéficié tout au long de sa réalisation, qu'il soit assuré de ma reconnaissance et mon respect indéfectibles.

Je suis également très reconnaissant à Monsieur Abbas khaled, monsieur Adamo Abdelkader, monsieur Benmakhoulf Abdelmalek et monsieur Oudjehih Bachir, pour l'honneur qu'ils m'ont accordé en acceptant d'examiner, d'évaluer et de juger mon travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur Meziane Toufik qui m'a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse.

J'adresse aussi mes remerciements à Monsieur Aidoud Ahmed pour sa grande contribution pour la réalisation de ce travail, ses conseils et son aide. Je suis fortement impressionné par sa gentillesse et ses qualités humaines.

Je remercie également mes collègues du département des sciences agronomiques et des sciences vétérinaires pour leur conseils et encouragement continu.

Mes remerciements s'adressent à mes parents, à toute ma famille pour leur soutien matériel, moral et physique

Je tiens à remercier tous mes étudiants pour leur aide sur terrain qui sans eux ce travail n'aurait pas vu le jour.

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

**Merci.**

***Fouad. R.***

# Table de Matière

	N° pages
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Etude Bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : Présentation du milieu steppique algérien</b>	
1. Définitions .....	5
2. Délimitation géographique et superficie de la steppe en Algérie.....	5
3. Caractéristiques climatiques.....	6
4. Caractéristiques édaphiques.....	9
5. La végétation steppique.....	9
5.1. Steppes à alfa.....	9
5.2. Steppes à armoise blanche.....	11
5.3. Steppes à spart ( <i>Lygeum spartum</i> ).....	11
5.4. Steppes à halophytes .....	11
5.5. Les steppes à remth ( <i>Arthrophytum scoparium</i> ).....	12
5.6. Steppes à psammophites.....	12
6. L'écologie d'un écosystème steppique.....	14
6.1. La variation de la composition floristique.....	14
6.2. La variation du stade phénologique.....	14
6.3. La variation de la richesse.....	15
7. La population humaine steppique.....	15
8. La population animale .....	16
8. 1. Les principales races ovines présentes en Algérie .....	16
8.1.1. Race Ouled Djellel.....	16
8.1.2. Race Rembi.....	17
8.1.3. Race Hamra (Beni-Ighil) .....	17
8.2. Les races caprines .....	17
8.3. L'activité d'élevage .....	17
8.3.1. L'objectif des utilisateurs.....	17
8.3.2. La production animale .....	18
8.4. L'évolution du cheptel ovin .....	18
8.5. Le pastoralisme .....	19
8.6. Le nomadisme.....	20
8.6.1. Le semi-nomadisme .....	20
8.6.2. La transhumance.....	20
8.7. La sédentarisation .....	21

9. La dégradation des parcours steppiques .....	21
9.1. Définitions.....	21
9.2. Les principaux facteurs de dégradation.....	22
9.2.1. Les facteurs naturels.....	22
9.2.2. Le phénomène de salinisation.....	23
9.3. Les facteurs socio-économiques.....	23
9.3.1. Evolution de la population steppique.....	23
9.3.2 Le surpâturage ou la surcharge .....	23
9.3.3. Extension des surfaces cultivées par le défrichement .....	24
9.3.4. La collecte de combustible .....	24
9.3.5. Les feux pastoraux .....	24

## **Chapitre II : La capacité de charge**

1. Définition de la charge .....	27
2. Quelques définitions indispensables pour la gestion de la charge.....	<b>27</b>
3. Définition de la capacité de charge.....	27
4. Estimation de la charge animale et la capacité de charge.....	29
4.1. Le calcul de la charge animale.....	29
4.2 Le calcul de la capacité de charge .....	29
4.2.1. La surface des pâturages (S).....	30
4.2.2. Production primaire (P).....	30
4.2.3. Coefficient d'utilisation (K).....	31
4.2.4. Disponible fourrager (DF).....	31
4.2.5. Besoins alimentaires d'un animal (Ba).....	32
4.2.6. Capacité de charge (CC) .....	32
5. Quel est la bonne charge d'un point de vue écosystème des pâturages .....	33
6. Qu'est-ce qu'une bonne charge d'un point de vue des animaux.....	34
7. Comment diminuer la charge .....	35
8. Impacts du pâturage intensif sur la diversité et la composition végétale .....	35
9. Variation de la charge.....	36
9.1 Le surpâturage.....	36
9.2. La limitation de la charge animale.....	38
9.3. Variations de la charge selon l'année et les saisons.....	39

## **Chapitre III : Biométrie de la steppe**

Généralité :.....	41
1. La phytomasse .....	<b>41</b>

2. La productivité .....	41
2.1 La production primaire .....	41
2.2 La productivité secondaire .....	42
3. Le rendement .....	42
4. Méthode de mesure de la phytomasse aérienne consommable .....	43
4.1. Méthode directe .....	43
4.2. Méthode indirecte .....	43
4.3. Méthode à baïonnette .....	43
4.4. Méthode linéaire .....	43
4.5. Méthode de surface .....	43
4.6. Méthode classique d'estimation de la valeur fourragère .....	44
5. L'évaluation de la valeur pastorale .....	44

## **Etude expérimentale**

### **Chapitre I : Présentation de la région d'étude**

1. Situation géographique.....	48
2. Situation agronomique du milieu d'étude.....	49
2.1. Superficie .....	49
2. 2. Population .....	49
3. L'élevage .....	50
4. Le Sol .....	50
5. La végétation .....	51
6. Les ressources en eau .....	51
7. Etude climatique.....	51
7.1 Précipitations.....	52
7.2. Températures.....	52
7.3 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson.....	53
7.4 Les phénomènes climatiques accidentels.....	53
8. Synthèse climatique.....	54
9. Les indices climatiques.....	54
9.1. L'indice d'aridité de DE MARTONNE.....	54
9.2 Quotient pluvio-thermique d'Emberger « Q2 ».....	54

### **Chapitre II : Matériel et Méthode**

1. Présentation du matériel végétale.....	57
1.1 <i>Salsola vermiculata</i> .....	<b>57</b>

1.1.1 Aspect botanique.....	57
1.1.2 Aire de répartition .....	58
1.1.3 Intérêt pastorale.....	58
1.2 <i>Artemisia herba alba</i> .....	58
1.2.1 Aspect botanique.....	59
1.2.2 Aire de répartition.....	59
1.2.3 Intérêt pastorale.....	59
2. Description du dispositif expérimental.....	60
3. Détermination de la Composition chimique .....	61
3.1 Teneur matière sèche.....	61
3.2 Mouture des échantillons.....	62
3.3 Teneurs en cendre et en matière organique .....	62
3.4 Matière grasse.....	62
3.5 Cellulose brute .....	63
3.6 Matière azotée totale.....	64
3.7 Digestibilité enzymatique de la matière sèche et organique .....	65
3.8 calcul de la valeur nutritive .....	67
3.9 valeur énergétique .....	67
3.10 matière azotée digestible .....	67
4. Calculs des paramètres de mesures .....	67
4.1 la valeur pastorale.....	67
4.2 la productivité pastorale.....	68
4.3 indice d'efficacité biotique.....	69
4.4 indice spécifique.....	69
4.5 la richesse et la diversité.....	69
4.6 l'unité ovine.....	70
4.7 outil statistique .....	70
<b>Chapitre III : Résultats et Discussion</b>	
1 Composition chimique <i>Salsola vermiculata.L.</i> .....	72
1.1 La digestibilité .....	73
1.2 la valeur énergétique et azotée.....	74
1.3 le couvert végétal .....	74
1.4 rendement, indice biotique et productivité consommable.....	75
1.5 indice spécifique .....	76
1.6 valeur pastorale .....	77
1.7 productivité pastorale .....	77
1.8 charge animale .....	78

1.9 la corrélation volume /matière sèche.....	79
1.10 la corrélation valeur pastorale /charge.....	82
1.11 la corrélation productivité pastorale /valeur pastorale .....	83
2. Composition chimique <i>Artémisia herba alba L.</i> .....	85
2.1 La digestibilité .....	86
2.2 la valeur énergétique et azotée.....	87
2.3 le couvert végétal .....	87
2.4 rendement, indice biotique et productivité consommable.....	88
2.5 indice spécifique .....	89
2.6 valeur pastorale .....	90
2.7 productivité pastorale .....	90
2.8 charge animale .....	91
2.9 la corrélation volume /matière sèche.....	92
2.10 la corrélation valeur pastorale /charge.....	95
2.11 la corrélation productivité pastorale /valeur pastorale.....	96
<b>Conclusion</b> .....	99
<b>Références bibliographiques</b> .....	101
<b>Annexes</b> .....	110

## Liste des tableaux

Tableau N°	Tableau	N° Page
01	Le climat de la steppe (Evolution des précipitations annuelles).	8
02	Répartition des années sèches, humides et moyenne.	8
03	Evolution de la population de la steppe (Bencherif, 2011)	15
04	répartition des terres (ha) dans la commune de Thlidjene	49
05	Effectif des cheptels de Thelidjen (têtes).	50
06	Moyenne des précipitations mensuelle (1997-2012) et Saisonnière dans la wilaya de Tébessa.	52
07	Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales (1997-2012) de la wilaya de Tébessa.	52
08	Composition chimique de <i>Salsola vermiculata L.</i>	72
9	Digestibilité enzymatique de la MS et la MO <i>Salsola vermiculata L.</i>	73
10	Valeur nutritive de <i>Salsola vermiculata L.</i>	74
11	Recouvrement global, richesse et diversité. <i>Salsola vermiculata L.</i>	75
12	Rendement en matière sèche(MS), indice d'efficacité biotique(IEB) et productivité consommable de <i>Salsola vermiculata L.</i>	75
13	Indices spécifiques en fonction des volumes. <i>Salsola vermiculata L.</i>	76
14	Valeur pastorale de <i>Salsola vermiculata L.</i>	77
15	Productivité pastorale de <i>Salsola vermiculata L.</i>	78
16	charge à l'hectare parcours <i>Salsola vermiculata L.</i>	78
17	Résultats de la valeur pastorale, de la productivité Pastorale et de la charge par hectare ( <i>Sasola vermiculata L.</i> ).	83
18	Composition chimique d' <i>Artémisia herba-alba. Asso</i>	85
19	Digestibilité enzymatique de la MS et la MO <i>Artémisia herba-alba. Asso</i>	86
20	Valeur nutritive d' <i>Artémisia herba-alba. Asso</i>	87
21	Recouvrement global, richesse et diversité. d' <i>Artémisia herba-alba. Asso</i>	88
22	Rendement en matière sèche(MS), indice d'efficacité biotique (IEB) et productivité consommable d' <i>Artémisia herba-alba. Asso</i>	89
23	Indices spécifiques en fonction des volumes d' <i>Artémisia herba-alba. Asso</i>	89
24	Valeur pastorale d' <i>Atémisia hrba-alba. Asso</i>	90
25	Productivité pastorale d' <i>artémisia herba-alba Asso.</i>	90
26	Charge à l'hectare parcours <i>Artémisia herba alba Asso</i>	91
27	Résultats de la valeur pastorale, de la productivité pastorale et de la charge par hectare dans la région de Tébessa.	96

## Liste des figures

Figure N° :	Figure	N° Page
1	Les Wilaya pastorales et agro-pastorales (H.C.D.S, 2010).	6
2	Carte de l'occupation alfatière nationale (HCDS 2010).	10
3	Carte de répartition des parcours par groupe de formation végétale (HCDS, 2009).	13
4	Evolution du cheptel en zones steppiques (Statistiques agricoles, HCDS in Nedjraoui, 2011).	19
5	Carte de localisation de la zone d'étude.( DSA Tebessa 2010)	48
6	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la wilaya de Tebessa (2002-2012).	53
7	Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (Station météorologique de Tébessa (période 2004-2013).	55
8	corrélation Volume / Matière sèche <i>Salsola vermiculata</i> , printemps (2008).	79
9	corrélation Volume / Matière sèche <i>Salsola vermiculata</i> , printemps (2009).	80
10	corrélation Volume / Matière sèche <i>Salsola vermiculata</i> , printemps (2010).	80
11	corrélation Volume / Matière sèche <i>Salsola vermiculata</i> , printemps (2011).	81
12	Corrélation charge à l'hectare en fonction de la valeur pastorale (PP).	82
13	corrélation valeur pastorale (VP) en fonction de la productivité pastorale (PP).	83
14	Corrélation matière sèche /volume <i>Artémisia herba alba L.</i> printemps 2008.	92
15	Corrélation matière sèche / volume <i>Artémisia herba alba L.</i> printemps 2009.	93
16	Corrélation matière sèche / volume <i>Artémisia herba alba L.</i> printemps 2010.	93
17	Corrélation matière sèche / volume <i>Artémisia herba alba L.</i> printemps 2011.	94
18	Corrélation charge à l'hectare / valeur pastorale.	95
19	Corrélation productivité pastorale / valeur pastorale.	96

# **I ntroduction**

## Introduction

La steppe algérienne occupe une étendue de l'ordre de 20 millions d'hectares et supporte un cheptel de 20 millions de têtes ovines (**Badrani 1996**). Toutefois, ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans le secteur de l'agriculture sont soumis d'une part à une pression croissante engendrant une régression aggravante de cet écosystème fragile et d'autre part à des conditions écologiques défavorables conduisant ainsi à une chute drastique de leur productivité fourragère marquée par une grande variabilité inter saisonnière et inter annuelle (**Slimani 1998**). A cela s'ajoute une pression anthropique due essentiellement à une exploitation intense ne répondant à aucun plan de gestion rationnel.

Ces facteurs de dégradation à la fois naturels et anthropiques ont abouti à une fragilisation de cet écosystème allant jusqu'à la désertification sur d'immenses superficies. Ce phénomène a atteint un stade d'irréversibilité dans de nombreuses zones steppiques au point où la lutte contre ce fléau est devenue une priorité à l'échelle nationale. Les autorités du pays ainsi que la communauté scientifique ont pris conscience de cette situation au point où cette préoccupation a constitué un des trente-quatre programmes nationaux de recherche (PNR) inscrits dans la politique nationale de recherche. Ce programme qui traite des zones arides et de la lutte contre la désertification, comprend des axes et des thèmes portant entre autre sur l'étude de modèles de gestion des parcours steppiques, les pâturages naturels, les plantations d'arbustes fourragers.

Parmi les causes de dégradation du milieu steppique, l'exploitation irrationnelle des parcours constitue le facteur essentiel de désertification. Dans ce contexte les travaux de **Aidoud (1989)**, **Nadjraoui (1981)** et **Hirech et al. (1999)** sur la détermination de la production fourragère ou la phytomasse et la valeur nutritive des principales espèces physiologiquement dominantes dans les hautes plaines steppiques du sud oranais ont abouti à la conclusion que la productivité pastorale (PP) exprimée en UF/ha/an est une notion complexe qui nécessite un protocole long et des mesures fastidieuses d'une part et que la valeur pastorale (VP) exprimée sous forme d'une note ou un score, corrigé par un indice spécifique empirique ayant pour échelle un ensemble d'informations disponibles (qualité bromatologique, appréciation des éleveurs, bibliographie...) d'autre part. Ces travaux constituent certes une avancée dans la détermination de la productivité pastorale (PP) et la valeur pastorale (VP) permettant le calcul de la charge par hectare. Néanmoins cet indice reste assez empirique.

Ainsi c'est dans cette optique et avec la vision d'élaborer un outil de gestion simple des parcours steppiques, nous nous proposons d'améliorer le calcul de la valeur pastorale en ce qui concerne l'indice spécifique qui tirera sa note à partir des valeurs des volumes des touffes, avec

l'hypothèse que ce dernier est corrélé avec la matière sèche correspondant à une valeur dans le concept du calcul de la valeur pastorale établie par **Aidoud (1989)**. Cette dernière indiquera la charge adéquate pour l'exploitation d'un parcours au moment opportun.

Dans cette étude nous présentons dans l'ordre d'abord une revue bibliographique permettant de prendre connaissance des informations disponibles sur les différents aspects de la steppe.

Puis la démarche expérimentale précisant les conditions d'étude et de la méthodologie suivie.

Enfin la présentation des résultats commentés et les discussions pour chacune des deux espèces prises séparément.

# **Etude bibliographique**

# **CHAPITRE I**

## **Présentation du milieu steppique algérien**

## Chapitre 01 : Présentation du milieu steppique algérien

### 1. Définitions

La steppe est «une formation végétale, primaire ou secondaire; basse et ouverte dans sa physionomie typique et inféodée surtout aux étages bioclimatiques, arides et désertiques dont elle est l'expression naturelle ». (**Pouget 1980** et **Bourbouze et Donadieu 1987**).

Le terme steppe, comme le définit **Le houérou (1995)** évoque d'immenses étendues plus ou moins arides, à relief peu accusé, couvertes d'une végétation basse et clairsemée. Par contre plusieurs auteurs tels que **Senoussi et al. (2011)**, considèrent que la steppe comme un espace qui constitue une zone tampon entre le désert du Sahara et la " ceinture verte " du nord du pays. Pays des grands espaces plats et élevés où l'arbre est rare ou absent, l'alfa et l'armoise sont les espèces caractéristiques.

C'est un écosystème caractérisé par une formation végétale hétérogène discontinue plus au moins dense, composée de plantes herbacées et arbustives xérophiles de hauteur limitée, et par des sols généralement maigres à faible taux en matière organique (**Kadi et Achour 2004**).

On désigne généralement par parcours, des pâturages formés par une végétation spontanée et exploitée de manière extensive en vue de l'alimentation d'un cheptel (**Benrebiha et Bouabdellah, 1992 in Nedjimi et Homida, 2006**). Ainsi définie, la steppe couvre environ 20 millions d'hectares, dont 15 millions utilisables par le troupeau ovin principalement. Aujourd'hui elle connaît une forte régression marquée par une dégradation et une désertification de plus en plus intense (**Bencherif, 2011**).

### 2. Délimitation géographique et superficie de la steppe en Algérie

Considéré comme un grand espace, **Nedjraoui et Bedrani, (2008)**, **Nedjimi et Guit, (2012)**, rapportent que les steppes algériennes constituent une vaste région qui s'étend du l'Atlas Tellien au Nord à l'Atlas Saharien au Sud, couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Sur le plan limite elles forment un ruban de 1000 km de long sur 300 km de large, réduite à moins de 150 km à l'Est. Elles sont limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*). Les 20 millions d'hectares comprennent 15 millions d'hectares de steppe proprement dite, distribués sur plusieurs wilaya (figure N°1) et 5 millions d'hectares de terres cultivées, de maquis, de forêts, et de terrains improductifs (**Bencherif, 2011**)

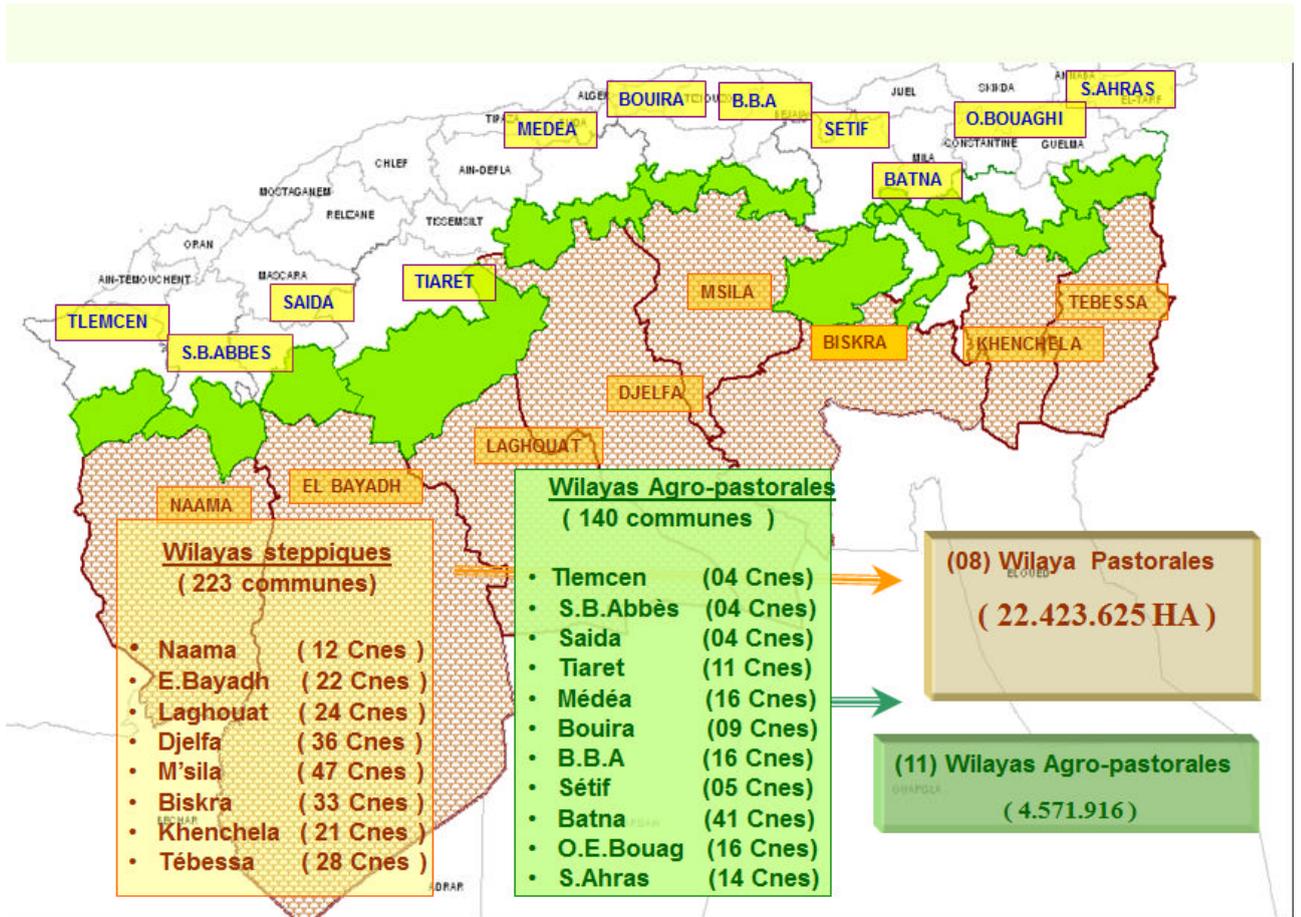


Fig.01 : Les Wilaya pastorales et agro-pastorales (BNEDER 2006).

### 3. Caractéristiques climatiques

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones steppiques. Dans le climat méditerranéen, la saison des pluies se situe en automne et en hiver. Les étés sont chauds et secs; les températures hivernales sont douces. De nombreux travaux ont traité du climat et du bioclimat (Mohammedi et al., 2006), Ces travaux ont été réalisés sur l’Algérie en général et la région sous considération en particulier. Ces auteurs s’accordent à reconnaître l’intégration du climat algérien au climat méditerranéen. Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l’hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique. Le climat méditerranéen est caractérisé par une concentration hivernale des précipitations, l’été étant sec La définition climatique de la région méditerranéenne est fort simple pour l’écologiste, le phyto-géographe ou le bioclimatologiste, c’est l’ensemble des zones qui se caractérisent par des pluies concentrées sur la saison fraîche à jours courts avec de longues sécheresses estivales. De même Nedjraoui,( 2011), reconnaît deux composantes essentielles au climat méditerranéen, l’été est la saison la moins arrosée et c’est la saison biologiquement sèche, avec un hiver très frais.

La steppe algérienne se caractérise donc par un climat semi aride sur sa partie Nord et un climat aride sur sa frange Sud. Les étages bioclimatiques s'étalent du semi aride inférieur frais au per aride supérieur frais. Avec des précipitations moyennes annuelles de 271 mm, une température moyenne minimale du mois le plus froid de  $-0,5^{\circ}\text{C}$  et une température moyenne maximale du mois le plus chaud de  $34,5^{\circ}\text{C}$  avec un coefficient pluviométrique entre 24,5 et 27,7. La période de sécheresse est généralement supérieure à 7 mois d'avril à octobre (**Benabdeli, 2000**).

D'après **Bouchoukh, (2010)**, la zone aride se caractérise par une chaleur excessive et une précipitation insuffisante et variable; on y trouve cependant des contrastes climatiques. Ceux-ci résultent en général des différences de température, de saison des pluies et de degré d'aridité.

**Tableau N°1 : Le climat de la steppe (Evolution des précipitations annuelles)**

	<b>SELTZER 1913 - 1938</b>	<b>DUBIEF 1926 - 1950</b>	<b>CHAUMONT- PAQUIN 1913 - 1963</b>	<b>E.N.E.M.A 1950 - 1975</b>	<b>O.N.M 1971- 2001</b>	<b>Moyenne (mm)</b>
<b>Saïda</b>	430	-	424	419.8	326.14	400
<b>Mécheria</b>	293	260	264	311.5	231.8	272
<b>El Bayadh</b>	326	294.4	309	311.2	258.9	300
<b>Aïn Sefra</b>	191	168.1	-	195.1	155.5	177.55
<b>Laghouat</b>	167	171.4	184	174.5	143.7	168.12
<b>Djelfa</b>	308	329.2	284	298	328.6	309.56
<b>Aïn Oussara</b>	250	277	-	228.48	192.85	237
<b>K'sar Chellala</b>	291	-	-	-	214.4	252.7
<b>Bou Saâda</b>	-	-	-	-	161.4	161.4
<b>M'sila</b>	226	-	219	-	183.67	204
<b>Tébessa</b>	388	-	343	377	360.5	354.62
<b>Biskra</b>	156	144.8	134	-	125.3	140.02

**BNERDER, 2006**

Une diminution notable des précipitations entre le début et la fin du siècle (A l'exception de la station de Djelfa et Tébessa) Constat d'une diminution notable des précipitations depuis le début du siècle et particulièrement ces 20 dernières années : 104 à 36 mm l'Ouest, 77 à 22 mm au centre, 31 à 23 mm à l'Est.

Tableau N°2 : Répartition des années sèches, humides et moyennes.

	Nombre d'années	Années sèches	Années humides	Années moyennes	Moyennes (mm)
Saïda	72	26,00	28,00	18,00	386,75
Mécheria	32	16,00	9,00	7,00	237,49
El Bayadh	31	8,00	7,00	16,00	258,90
Aïn Sefra	37	13,00	17,00	7,00	146,33
Laghouat	60	27,00	12,00	21,00	166,30
Djelfa	89	37,00	35,00	17,00	327,57
Aïn Oussara	86	38,00	32,00	16,00	323,70
M'sila	25	11,00	5,00	9,00	183,67
Tébessa	41	19,00	15,00	7,00	368,65
Biskra	89	36,00	31,00	22,00	143,79

BNERDER, 2006

Les années sèches sont très accentuées. Le constat de l'inégalité des années sèches et humides par rapport à la moyenne. Les années sèches sont nettement plus accentuées que les années humides : 41 % des années sont sèches, 34 % des années sont humides, 25 % des années sont moyennes.

#### 4. Caractéristiques édaphiques

la plupart des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensibles à la dégradation. Les bons sols dont la superficie est limitée, se situent au niveau des dépressions (sols d'apport alluvial) soit linéaire et constituées par les lits d'oueds soit fermées et appelées Dayas (Pouget, 1980).

Les sols calcaires et calciques dominant sont caractérisés par une faible profondeur, une croûte calcaire, une teneur en matière organique très faible (inférieur à 1%) et décroissante selon la profondeur alors que le taux de calcaire croit et constitue une entrave au développement des plantes (Nedjimi et Guit, 2012) et (Nedjimi et Homida, 2006). La texture est à dominance sableuse imposant une faible stabilité structurale et une faible capacité de rétention en eau ne permettant le développement que d'une végétation xérique adaptée aux conditions du milieu (Benabdeli, 2000). Les sols carbonates sont les plus répandus en Algérie notamment dans les écosystèmes steppiques et présahariens où ils représentent des vastes étendus encroutées. La steppe proprement dite; généralement impropre aux cultures et à l'arboriculture, servant de terrain de parcours.

## 5. La végétation steppique

La végétation de la steppe algérienne fait partie du domaine floristique mauritano-steppique caractérisé par une flore d'affinités à la fois méditerranéenne et saharo-sindienne (**Maire, 1926 in Ayache et al. 2011**). Actuellement, on trouve en Algérie plusieurs catégories de steppes dont les principales sont:

### 5.1. Steppes à alfa (*Stipa tenacissima*)

L'alfa est une plante pérenne qui est capable de résister aux aléas climatiques et aux conditions sévères de sécheresse, tout en maintenant une activité physiologique même au ralenti. Les steppes à Alfa investissent les espaces à bioclimat semi-aride figure N°2. Elles peuvent être présentes à partir du niveau de la mer jusqu'à des altitudes de 200m et dans les zones dont les précipitations sont entre 400 et 200 mm (**Cortina et al, 2012**). Dans ces écosystèmes, la température moyenne annuelle oscille entre 13 et 19 °C durant les mois les plus chaud de l'été, sont soumis à une sécheresse récurrente. Les steppes Alfa se trouvent dans de nombreux types de conditions édaphiques. Elles se développent sur des sols marneux. **Bensaid (2006)** rapporte l'appartenance des steppes Alfatières à l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais et froids et dans aride supérieur à hivers froids.

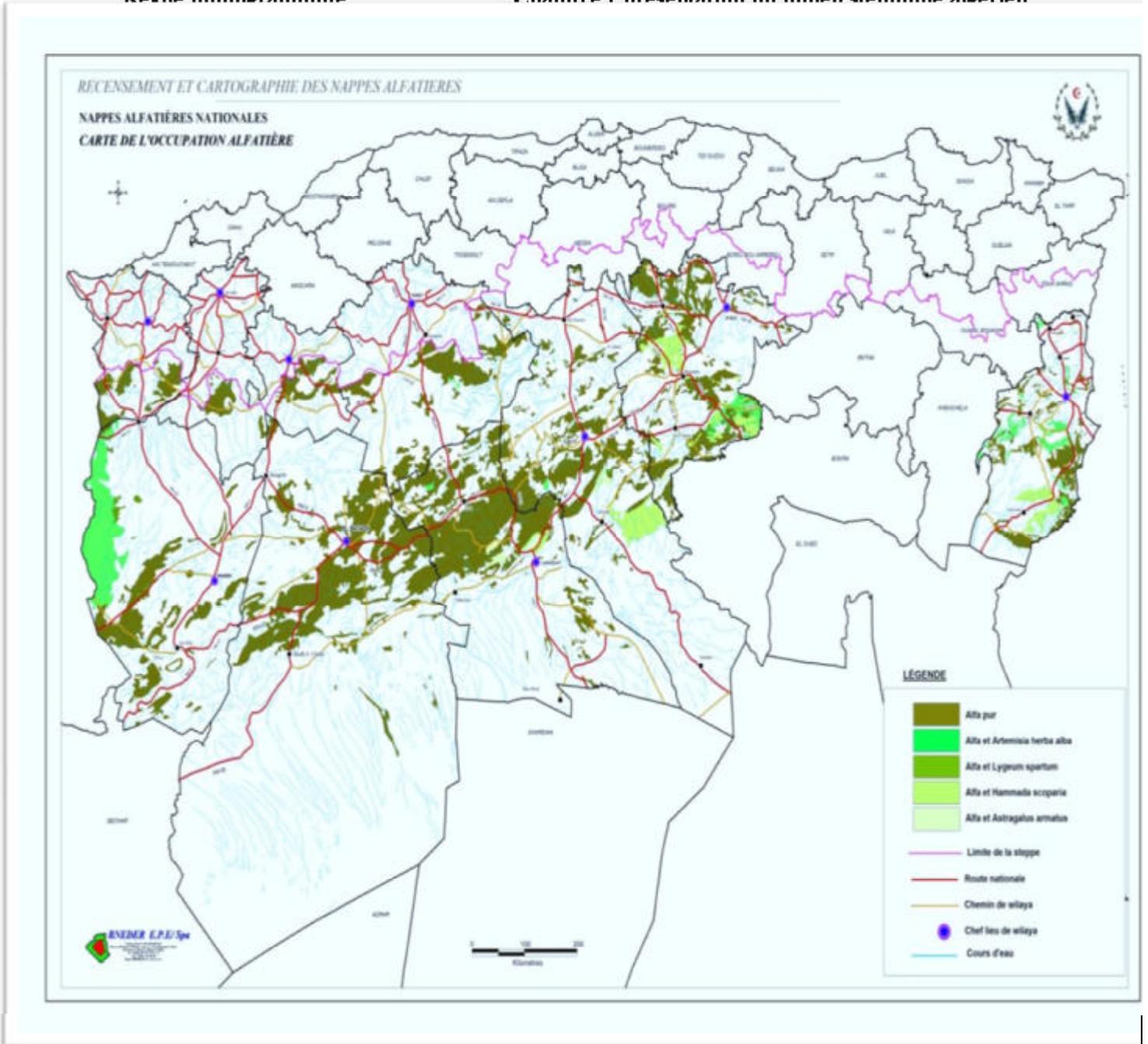


Fig.02. Carte de l’occupation de la nappe alfatière nationale (BNEDER, 2006)

**5.2. Steppes à armoise blanche : Chih (*Artemisia herba alba*)**

L’armoïse blanche présente une vaste répartition géographique couvrant, en Algérie, environ 4 millions d’hectares et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables (Celles, 1980 in Ayad et al., 2007). Elle se trouve sur les *dayas*, les dépressions et les secteurs plus ou moins humides (Pouget, 1980). Elle constitue un moyen de lutte naturel contre l’érosion et la désertification (Benjilali et Richard, 1980 et Bensegueni, 1989 in Ayad et al., 2007).

Elle est localisée dans les étages arides supérieurs et moyens à hiver frais et froid avec des précipitations oscillant entre 100 et 300 mm. Elle s'étale sur un substrat plus au moins limoneux ou sur un sol argileux dans les fonds des dépressions non salées. L'armoise ayant une valeur fourragère importante de 0.45 à 0.70 UF/Kg MS. Ces steppes sont souvent considérées comme les meilleurs parcours. La charge pastorale est de 1 mouton par 1 à 3 hectares (**Nedjraoui, 1981 in Djaballah, 2008**).

### 5.3. Steppes à spart (*Lygeum spartum*)

Représentant 2 millions d'hectare rarement homogène. Ces formations sont soumises à des bioclimats arides supérieurs à hivers froids et frais (**Bensaid 2006**). Le sparte est une espèce qualifiée de médiocre sur le plan pastoral comme l'alfa. Seules les jeunes pousses et ses inflorescences sont broutées par les ovins. Sa valeur énergétique (0.3 à 0.4 UF/kg.MS) est assez faible. Par contre, il constitue des parcours d'assez bonne qualité avec un pouvoir de régénération et une productivité relativement élevée. Il produit en moyenne 65% de sa phytomasse sur pied. Ce qui correspond en moyenne 110 Kg de MS/ ha/an. Des espèces annuelles et petites vivaces confèrent à ces types de parcours, une production pastorale importante de 100 à 190 UF/ha/an et une charge de 2 à 5 hectares par mouton (**Djebaili, 1984 in Djaballah, 2008**).

### 5.4. Steppes à halophytes

La concentration et la répartition inégale des sels dans l'espace ont donné naissance à une formation particulière de la végétation steppique ont créé une zonation typique d'allophite très appétissante autour des dépressions salées. Les espèces les plus répondues sont : *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Suaeda fruticosa* et *Frankenia thymifolia* (**Bensaid,2006**).

Ces steppes couvrent environ 01 million d'hectares et occupent les terrains salés à proximité des chotts et des dépressions. Ce sont surtout les *Salsola* et aussi les *Atriplex* qui constituent d'excellents pâturage dont la permanence pendant la saison sèche assure l'alimentation de nombreux troupeaux des hautes plaines, alors que autre ne leur offrent plus qu'une nourriture insuffisante (**Guiraa, 2005 in Djaballah, 2008**).

### 5.5. Les steppes à remth (*Arthrophytum scoparium*).

Elles forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12.5 %. Les mauvaises conditions de milieu, xérophilie (20 à 200 mm/an), thermophilie, variantes chaude et fraîche, des sols pauvres, bruns calcaires à dalles ou siérozems encroûtés font de ces steppes des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur

énergétique de remth (*Arthrophytum scoparium*) est de l'ordre de 0.2 UF/ Kg MS. La production moyenne annuelle varie de 40 et 80 Kg MS/ha et la productivité pastorale est comprise entre 25 et 50 UF/ha/an. Ce type de steppe est surtout exploité par les camelin (**Nadjraoui 1981**).

### 5.6. Steppes à psammophytes

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

Enfin, la typologie des parcours steppiques peut, valablement, être calquée sur les types physiologiques définis par des végétaux pérennes spontanés dominants figure N°3 qui demeurent des indicateurs écologiques et d'usages.(**Aidoud et al. 1996**)

Sont ainsi distinguées: Les steppes graminéennes ; arbrissélées ; crassulescentes et succulentes. Une classification qui met l'accent sur les caractères et la situation des bourgeons qui abritent ces tissus, c'est celle des types biologiques. (**Le Houérou, 1995**).

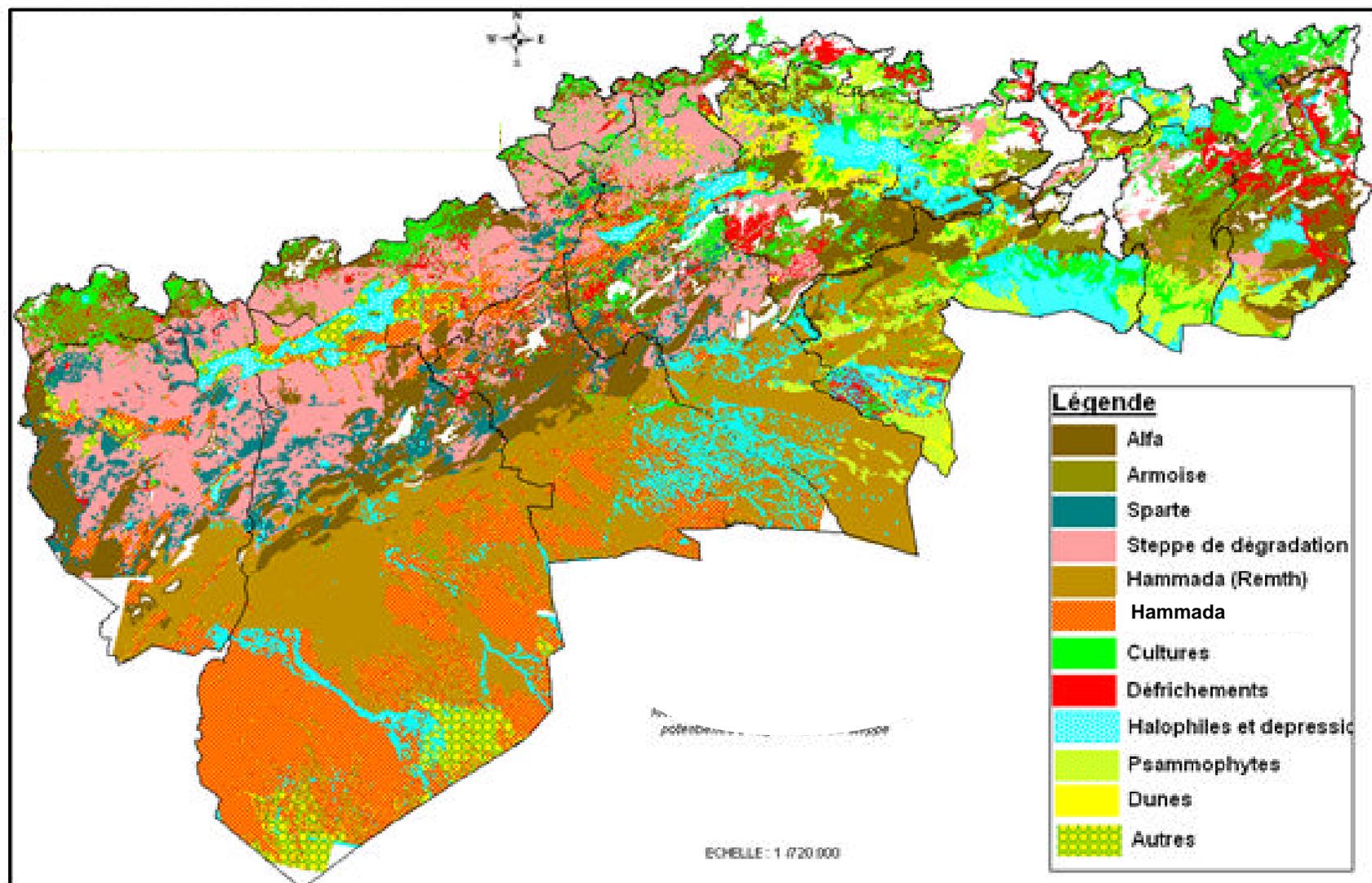


Fig.03. Carte de répartition des parcours par groupe de formation végétale (BNEDER 2006).

D'après **Daget et Godron, (1995)**, cinq grands types biologiques ont été reconnus, eux-mêmes subdivisés en sous-types : Les phanérophytes, les chaméphytes, les hémicryptophytes , les cryptophytes et les thérophytes.

## **6. L'écologie d'un écosystème steppique**

La steppe aride des hauts plaines d'Algérie se présente comme un écosystème qui s'exacerbent l'ensemble des contraintes méditerranéennes par le déficit hydrique qui devient permanent (sècheresse) et la pression anthropique qui dans la plus part des cas de plus en plus intense (**Ayad et al 2007**). Caractérisée par des formations végétales diverses citées antérieurement. Sur le plan fonctionnel d'un écosystème steppique les paramètres choisis sont la variation de la composition floristique, et sa variation interannuelle, variation phénologique et la variation de la richesse.

### **6.1 Variation de la composition floristique :**

La composition floristique reste dépendante de la richesse du milieu qui reste hétérogène et variable. Le suivi de combinaison d'espèces, pouvant apparaitre d'une année à l'autre, peuvent donner des indications précieuses sur le fonctionnement et la dynamique de l'écosystème.

### **6.2 Variation du stade phénologique :**

Le stade phénologique conditionne le stade propice à l'exploitation des plantes, d'où l'importance de l'étude du comportement phénologique. C'est à dire la variation morphologique saisonnière des espèces qui reste très variable d'une année à l'autre. A une échelle saisonnière, les phénophases ne sont homogènes ni d'une année à l'autre ni d'une population à l'autre.

Comme exemple rapporté par **Aidoud (2003)**, le suivi de la biomasse dans la steppe d'armoise présente des évolutions particulières durant l'automne et une partie de l'hiver, d'autres espèces sont précoces tandis que d'autres sont plus tardives. Les conditions écologiques semblent l'emporter sur les relations inter-climatiques (pluviométrie).

Chaque année pluvieuse semble bénéficier à une espèce ou une catégorie différente. D'une année à l'autre, c'est une' des espèces particulières qui peut dominer montrant par là le rôle des conditions annuelles sur la préemption définie comme la possibilité qu' a une population d'occuper l'espèce et d'empêcher ainsi d'autres de s'y installer.

### 6.3 Variation de la richesse :

La richesse floristique reste très dépendante de la pluviométrie, elle est marquée par une importante variabilité interannuelle **Aidoud (1989)** rapporte que le facteur déterminant de cette variabilité est la pluviosité. La pluie intervient d'abords par sa quantité puis par les différentes caractéristiques de répartition dans l'année. Le même auteur indique qu'à partir de 230mm/an, 50% des espèces peuvent être présentes.

Ainsi la variation interannuelle de la richesse floristiques des communautés steppique arides relevant une difficulté essentiel dans l'établissement de la typologie phytosociologique et qu'un relevé instantané de la flore peut donner qu'une vue partielle de la phytocénose dont la définition reste étroitement conditionnée par la situation climatique de l'année.

La richesse spécifique est exprimée par le nombre d'espèce (fréquence absolue) et par la richesse relative ( $R_r$ ) exprimée en pourcent par rapport à la richesse totale stationnelle recensée durant la période d'observation.

## 7. La population humaine steppique

Avec ses 7 225 408 habitants, la steppe abrite environ 24% de la population totale du pays. Cette population se caractérise par un taux de croissance très élevé. Le nombre a été multiplié par 2.5 entre 1966 et 1998 (**Bencherif, 2011**) tableau N°3. Elle est composée essentiellement de pasteurs éleveurs pratiquant la transhumance d'autres sont sédentaires où leur revenu principale est tiré à partir de l'élevage ovin en zone steppique.

**Tableau N° 03 : Evolution de la population de la steppe (Bencherif, 2011)**

Dates	Population (nombre d'habitants)		
	Totale	Urbaine	Rurale
<b>1966</b>	2 817 339	-	-
<b>1977</b>	3 843 090	13 165 484 <b>34.3%</b>	2 526 542 <b>65.7%</b>
<b>1987</b>	5 390 549	2 666 024 <b>49.5%</b>	2 724 525 <b>50.5%</b>
<b>1998</b>	7 225 408	4 216 866 <b>58.4%</b>	3 008 542 <b>41.6%</b>
<b>2020 (en prévision)</b>	11 700 000	<b>65%</b>	<b>35%</b>

## 8. La population animale

L'élevage en Algérie garde un caractère extensif basé avant tout l'exploitation des ressources naturelles de la steppe et des parcours des régions des hauts plateaux pour l'élevage du mouton. L'Algérie possède une charge animale considérable, sa dispersion naturelle au niveau du territoire dépend du type d'animaux et de son adaptation vis-à-vis du milieu.

L'effectif ovin est marqué par une augmentation de 19 millions de têtes en 2006 à 22,5 millions de têtes en 2011, dont 70 à 80% sont localisés dans les zones steppiques, le reste (7 millions environ) est reparti dans l'Algérie du Nord, essentiellement sur les hautes plaines céréalières. (M.A., 2011).

### 8.1. Les principales races ovines présentes en Algérie

En Algérie les ovins sont essentiellement composés de races locales qui sont exploitées pour la viande et secondairement pour le lait et la laine dans des conditions arides et semi-arides, auxquelles elles s'adaptent de façon remarquable. Elles présentent des résultats de production hétérogènes et des caractéristiques morphologiques diverses qui semblent avoir une origine génétique différente (Abbas *et al.*, 2000).

Cette dérive génétique réside dans les déplacements fréquents des éleveurs, le nomadisme en particulier, ont permis un brassage de race par le mélange des troupeaux et la présence permanente des béliers. Il paraîtrait impossible de retrouver les races pures, fierté des régions et des zones steppiques (Berchiche 2000).

Le cheptel ovin c'est le premier fournisseur en Algérie de viande rouge est dominé par trois race principales bien adaptée aux conditions du milieu (Khelifi 1999).

#### 8.1.1. Race Ouled Djellel

C'est la race blanche, la plus intéressante par ses aptitudes tant physiques que productives, représente 58 % du cheptel national, connu aussi sous le nom de race blanche arabe, il existe deux sous population, la première caractérisée par l'aptitude de parcourir de longue distance par contre la seconde est caractérisée par son adaptation dans les parcours sub-sahariens. L'agneau de cette race pèse à la naissance 3 kg 500 g et à 5 mois 30 kg. La viande est marquée par des aspects organoleptiques très appréciables.

### 8.1.2. Race Rembi

Serait issue de la blanche par mutation car elle présente les mêmes caractéristiques avec une taille moins basse, une tête fauve, des membres et carcasse très forts. L'agneau à la naissance pèse 3 kg 500 g et à 5 mois 25 à 30 kg, représente 12 % du cheptel national.

### 8.1.3. Race Hamra (Beni-lghil)

Elle devrait occuper la 2ème place pour certaines aptitudes qu'elle possède notamment sa résistance. Elle est en nette régression à cause de sa taille non préférée par rapport à la race blanche, le poids de l'agneau à la naissance est de 2 kg 500 et à 5 mois 25 kg, représente 21 % du cheptel.

## 8.2. Les races caprines

L'élevage caprin, en raison de son adaptation aux milieux difficiles, est pratiqué surtout dans les zones montagneuses, les steppes et les oasis. Mais le gros de l'effectif est reparti dans les zones steppiques et subdésertiques (Moustaria, 2008). , l'élevage caprin est très mal connu de point de vue de son organisation technique, du fonctionnement des systèmes de production, ainsi que ses caractéristiques productives et des potentialités des races ou populations disponibles. La race locale est caractérisée par son corps anguleux, taille appréciable, mamelle développée et des poils longs des robes de différentes couleurs. Le poids des chevreaux à la naissance est de 2 kg 500 g et à 5 mois 5 mois 25 kg. En plus de la race locale on note l'existence d'autres population tels que le type Arbia, Mekatia , M'zab, Kabyle et le type Aurès ainsi que des races importé tel la Saanen et la maltaise . (Khelifi, 1999).

## 8.3. L'activité d'élevage

### 8.3.1. L'objectif des utilisateurs

L'équilibre social est biologique s'est trouvé fortement perturbé par l'intensification des besoins engendrés par la croissance démographique où son objectif est resté figé sur une utilisation intense des ressources naturelles du milieu steppique (Badrani 1998). L'appréciation de la valeur d'un impact varie selon le point de vue adopté. Ainsi, par rapport à l'opportunité de maintenir des activités d'élevage sur les terres de parcours (Carriere et Toutain 1995) les critères d'appréciation décisifs pourront être :

- pour le naturaliste, le maintien d'une flore et d'une faune originales,
- pour l'agronome, le rendement et la valeur fourragère du pâturage,
- pour le zootechnicien, la santé et les performances des animaux,

- pour l'anthropologue, la persistance d'une vie sociale, éventuellement autour de l'élevage, sur des terres peu productives,

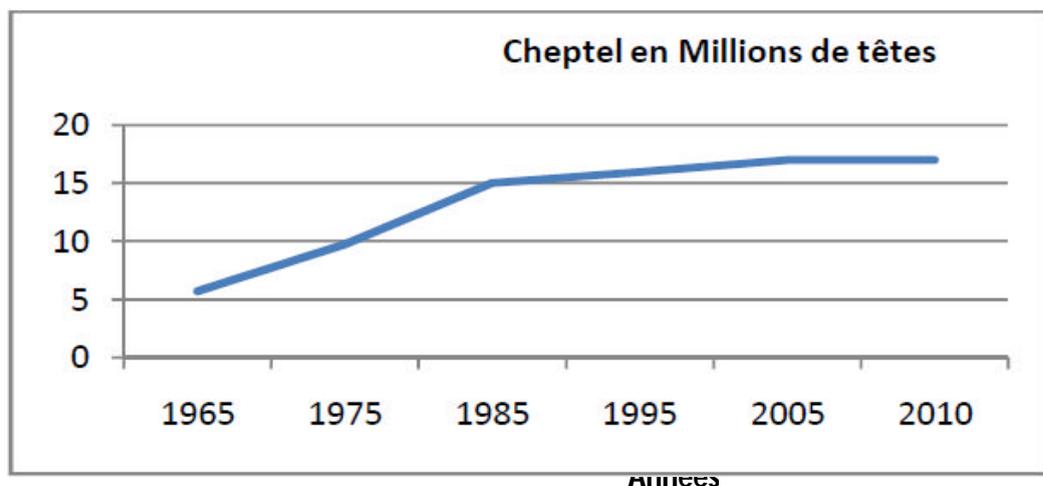
- pour l'économiste, le développement d'une activité productrice et d'échanges, pour l'aménagiste, l'intégration d'une zone marginale dans un ensemble régional.

### 8.3.2. La production animale

Dans son principe, l'élevage des animaux domestiques consiste en une transformation de matière organique végétale en matière organique animale ; cette transformation, qui peut être assimilée en termes économiques à un "projet", conduit l'éleveur à dégager une "valeur ajoutée", sous forme de divers produits d'élevage : viande, lait, peau, laine, sang des animaux, ou encore, force de travail (traction attelée), épargne, ou plus simplement, nombre d'animaux (**Dominique. S 2007**).

### 8.4. L'évolution du cheptel ovin

La majeure partie de la population steppique tire ses revenus de la pratique de l'élevage d'un cheptel ovin qui n'a cessé d'augmenter depuis l'indépendance (**Fig.4**), il est estimé aujourd'hui à 22,5 Millions de têtes (**M.A 2011**). Cette activité représente 40% de la production agricole nationale provoquant un surpâturage intense avec une charge près de dix fois supérieure à la charge d'équilibre des parcours dont l'offre fourragère est en constante décroissance. Cet état des choses résulte de la demande soutenue et croissante de la viande ovine en relation avec la croissance démographique et de la haute rentabilité de l'élevage en zones steppiques du fait de la gratuité des fourrages. Nous notons une stabilisation du cheptel ces 5 dernières années.



**Fig. N°4 : Evolution du cheptel en zones steppiques (Statistiques agricoles, HCDS in Nedjraoui, 2011).**

### 8.5. Le pastoralisme

Est un mode de vie complexe qui s'efforce de maintenir un équilibre optimal entre les pâturages, le bétail et les populations dans des milieux variables et incertains (Nori *et al.*, 2008).

Le pastoralisme est défini comme « un élevage extensif de ruminants, caractérisé par une certaine forme de mobilité. Le pastoralisme se réfère bien souvent à l'élevage extensif de troupeaux de différentes espèces exigeant une migration périodique pour accéder aux pâturages ». (Guitton *et al* 2008).

L'espace pastoral, support des activités d'élevage, ne peut se définir, en pratique, qu'en prenant en compte les déplacements des animaux (un espace n'est réellement "pastoral" que s'il est utilisé par l'animal). En termes d'impact sur le milieu naturel, la mobilité des troupeaux apparaît comme un élément essentiel vis-à-vis de la gestion et de la conservation des ressources végétales (Carriere *et Toutain* 1995)

Les élevages sur parcours se partagent en trois grands types, traduisant des modes de vie et des systèmes techniques bien différents, l'élevage semi nomade, l'élevage transhumant et l'élevage sédentaire (Bourbouze, 1999). D'autres critères peuvent enrichir cette typologie succincte, tels que déplacements horizontaux ou verticaux, type d'itinéraires, amplitude du mouvement, types d'animaux exploités, place de l'agriculture, modes de commercialisation, mode d'alimentation etc.

## 8.6. Le nomadisme

Le nomadisme est la forme d'élevage la plus intensive, c'est une adaptation aux contraintes climatiques en vue d'une utilisation des maigres ressources du milieu, les éleveurs nomades sans habitat fixe, sont toujours à la recherche des terrains de parcours. Les troupeaux se déplacent d'un pâturage à un autre, dès que le niveau trophique du parcours devient insuffisant pour assurer une alimentation satisfaisante des animaux ; le pâturage abandonné peut alors se régénérer, jusqu'à atteindre, à nouveau, une production fourragère suffisamment élevée pour justifier le retour des animaux (Carriere et Toutain 1995) .

### 8.6.1. Le semi-nomadisme

Les effectifs de ce type d'élevage dépassent les 300 têtes, il est caractérisé par des mouvements du cheptel important d'où un espace d'exploitation des parcours steppiques plus immense et étendu, incluant le plus souvent les parcours steppiques des wilayas limitrophes et les parcours présahariens. Cependant, ce type d'élevage utilise des ressources exogènes de complémentation, notamment les céréales et dérivées et particulièrement en période de lutte et des agnelages tout en s'appuyant sur la pratique d'agrégation du cheptel en troupeau assez homogène de point de vue état physiologique et orientation de production (Roselt/Oss., 2005).

Dans ce genre de système, l'alimentation est assurée pendant une bonne partie de l'année par des déplacements irréguliers à la recherche de l'herbe et de l'eau. A la différence du nomadisme les éleveurs possèdent un point d'attache ou le troupeau passent une partie de l'année. (Serhani H 2009)

### 8.6.2. La transhumance

Le déplacement des éleveurs se faisait du sud au nord en été «achaba », et du nord vers le sud en hiver dit « azaba ». Les périodes printanières relativement bonnes permettaient aux éleveurs de se positionner au niveau de leur lieu d'origine lorsque les troupeaux ne sont pas nombreux, autrement le déplacement se faisait vers les parcours riches (Berchiche, 2000).

En Algérie, si l'*achaba* reste très pratiquée par les éleveurs des steppes, elle a régressé au rythme de la privatisation des domaines autogérés qui pratiquent maintenant des tarifs moins avantageux pour la location des chaumes, poussant les éleveurs à recourir de plus en plus à des achats de compléments qu'ils font venir par pleins camions des marchés du Nord. Les ressources de la steppe restent donc toujours notablement insuffisantes pour entretenir des troupeaux à l'année. Au lieu de transporter des moutons, on transporte l'aliment. Il y a donc bien régression de la

mobilité des troupeaux, mais parallèlement une transformation de la nature de ces déplacements qui demeurent indispensables dans bien des systèmes. (Abaab *et al.*, 1995).

Nul doute que la motorisation, ailleurs que dans les montagnes, est en train de faire naître un modèle différent de l'utilisation de l'espace : concentration de l'élevage au profit de grands éleveurs, recours à des bergers salariés, exploitation systématique de tous les parcours.

### 8.7. La sédentarisation

L'élevage sédentaire sur parcours, il est présent partout, *sédentaire* signifiant ici que les troupeaux se déplacent, souvent sur de longues distances, mais qu'ils reviennent chaque soir au village. Ce mode est sans doute plus représenté dans les systèmes agro-pastoraux que pastoraux, mais il est banal de rencontrer côte à côte dans un même village des éleveurs sédentaires, transhumants et semi nomades, ayants droits d'un même territoire, mais l'utilisant chacun selon ses possibilités de déplacement. L'élevage sédentaire est donc une formule technique toujours présente, notamment pour les petits troupeaux, quelle que soit la difficulté du milieu. On peut s'en étonner, mais en milieu méditerranéen, le pâturage est, en tout lieu, possible toute l'année au prix de quelques apports complémentaires tirés d'achats d'aliments de sauvegarde (orge et paille) pour passer les pires moments (Bourbouze, 1999).

## 9. La dégradation des parcours steppiques

### 9.1. Définitions

La dégradation du milieu naturel s'inscrit dans un processus décrit généralement sous le terme de désertification. L'irréversibilité de la dégradation conduit, en milieu aride et semi-aride, à la désertification (Djaballah, 2008).

Le terme désigne « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines » (Réquier-Desjardins, 2004).

La pression anthropique croissante est la principale cause de la désertification, les conditions climatiques ne faisant qu'exacerber les dégâts provoqués par l'activité humaine. Une fois enclenchés, certains processus peuvent continuer même si les conditions de l'environnement redeviennent favorables (précipitations, apports de nutriments...) et si l'action de l'homme s'estompe. De manière générale, les processus et mécanismes de désertification se manifestent

progressivement par la modification de la composition, de la structure et du fonctionnement des écosystèmes (Réquier-Desjardins, 2004).

## 9.2. Les principaux facteurs de dégradation

Le patrimoine végétal est actuellement menacé de dégradation suite à la conjugaison de plusieurs facteurs naturels (surtout les sécheresses récurrentes et l'aridité climatique) et anthropiques, dont notamment le surpâturage.

### 9.2.1 les facteurs naturelles

Nombreux sont les facteurs naturels qui sont responsables de la dégradation des parcours steppiques. La sécheresse est d'une grande influence sur la productivité dans les écosystèmes steppiques selon **Djaballah (2008)** La durée de la saison sèche aurait augmenté de 2 ans entre 1913 – 1938 et 1987 -1990. Situation qui a engendrée de très grandes mutations dans ces zones. Parmi ses facteurs déterminant l'érosion reste le principal élément de dégradation dans les zones steppiques. Elle est la cause directe de la baisse de fertilité des sols, elle peut aller jusqu'à les stériliser on distingue essentiellement :

- **L'érosion hydrique** a pour origine le ruissellement des eaux pluviales qui n'ont pu s'infiltrer. Elle est responsable de transport des matériaux et d'éléments fertilisants avec dépôt dans les parties basses ou entraînement dans les rivières. Le phénomène est d'autant plus redoutable que le climat représenté par des précipitations violentes quand le relief est plus accidenté.

- **L'érosion éolienne** : Dans un milieu où la végétation a un recouvrement inférieur à 30 %, l'action du vent engendre des sols grossiers et caillouteux peu propice à la recolonisation par la végétation. Elle se manifeste lorsque le climat est sec. Les particules les plus fines sont entraînées dans l'atmosphère, ce qui appauvrit le sol et réduit la transparence de l'air. Celles qui sont plus lourdes sont déplacées au ras du sol et se déposent au niveau d'obstacles ou d'aspérités du relief.

La conséquence de l'érosion est l'amenuisement ou la disparition des horizons superficiels fertiles. C'est en éclaircissant la végétation herbacée et en découvrant le sol que les animaux facilitent directement l'érosion. Les pistes de cheminement des animaux sont des points de départ d'érosion (**Mouhous 2005**).

### 9.2.2. Le phénomène de salinisation

En plus de la dégradation causée par différents types d'érosion déjà évoqués le phénomène de la salinisation contribue fortement à rendre le sol peu rentable où dans certaines zones ce

phénomène accentue la remontée des sels vers la surface du sol. Ce phénomène qui débute en saison humide, les eaux des nappes remontent vers la surface du sol, ces eaux sous l'effet des hautes températures, qui sévissent pendant une période de l'année (saison sèche), subissent une forte évaporation entraînant l'accumulation des sels à la surface du sol (**Halitim, 1988 in Djaballah, 2008**).

### 9.3. Les facteurs socio-économiques

#### 9.3.1. Evolution de la population steppique

La croissance démographique reportée sur le tableau N° 03 a concerné aussi bien la population sédentaire que la population éparse. Cependant, on note une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que de façon sporadique (**Khaldoun, 1995 in Djaballah, 2008**).

Cette régression est due au fait que la transhumance diminue au profit de déplacement de très courte durée (augmentation du pâturage). Les pasteurs ont modifié leur système de production en association la culture céréalière et l'élevage.

#### 9.3.2. Le surpâturage ou la surcharge :

Le surpâturage est défini comme étant un prélèvement d'une quantité de végétal supérieure à la production annuelle des parcours. Il est défini aussi comme la conséquence directe des surfaces de plus en plus réduites étant utilisées par des troupeaux de plus en plus nombreux, le tout étant couronné, dans certaines zones arides, par les effets insidieux du climat (**Le Houerou 1995**).

C'est la cause principale de dégradation il ramène les pérennes au niveau du sol et empêche la floraison et la fructification des annuelles palatables. Celles-ci, sont progressivement remplacées par des commensales sans grande valeur nutritive. Il restreint les surfaces couvertes par les meilleures espèces pastorales qui se trouvent cantonnées dans des sites refuges à l'état de reliques (**Boussaid et al., 2004**).

Actuellement il est constaté qu'à côté de l'élevage traditionnel, les éleveurs se sont reconvertis en agriculteur en plus de l'activité de l'élevage d'où la domination d'Agropasteurs. Aujourd'hui on constate un élevage plus intense se préoccupant essentiellement de la commercialisation effective de la production animale. L'un et l'autre ne se soucient guère, dans leurs logiques économiques propres, de la conservation des paysages steppiques

### 9.3.3. Extension des surfaces cultivées par le défrichement

Au cours des années soixante-dix l'extension de la céréaliculture fut caractériser par la généralisation de l'utilisation des tracteurs à disques pour le labour des sols à texture grossières fragiles. Les labours par ces derniers constituent en un simple grattage de la couche superficielle entraînant la destruction quasi-total des espèces pérennes transformant ainsi la physionomie des parcours et expose les sols à l'érosion hydrique et éolienne (**Boussaid et al., 2004**).

La céréaliculture avait toujours été pratiquée dans la steppe, mais elle se limitait, bien souvent, aux bas fonds inondables produisant des rendements honnêtes, sans grands dommages pour les parcours. Mais quant elle est devenue une pratique nécessaire à la survie du pasteur, celui-ci s'est mis à emblaver plus de terres en faisant accroître, chaque année, les superficies défrichées. Les défrichements touchent généralement les terroirs les plus pauvres, les terrains propices étant depuis longtemps exploités, ceux où la pluviométrie est suffisante et le relief permettant de recueillir les eaux de pluie, de ruissellement ou de crue. Ailleurs, la céréaliculture devient aléatoire et empiète sur les terres de parcours. Le résultat est patent : les emblavures suivent les défrichements et l'érosion la maigre récolte (**Bouchemal, 2001**).

### 9.3.4. La collecte de combustible

Actuellement on vit de moins en moins cette situation surtout en milieu steppique sachant qu'aujourd'hui la collecte du combustible est remplacée par la disponibilité de la bouteille de gaz (**Bourbouze 2001**). Par contre Sur parcours arbustifs et le prélèvement de bois en forêts, le pire étant la coupe des buissons en zones arides et semi-désertiques ainsi que les mauvais contrôles de l'exploitation du bois. L'exploitation et la commercialisation du bois par des étrangers à la zone sont aussi des causes de dégradation du milieu.

### 9.3.5. Les feux pastoraux

Dans la littérature se rapportant à la connaissance des phénomènes de dégradation, le feu constitue l'un des facteurs le plus recensé dans la détérioration de l'écosystème. En effet les feux fréquents détruisent la biomasse. Ils peuvent être préjudiciables aux végétaux pérennes, qui ont des fonctions écologiques et pastorales importantes (**Bourbouze et al., 2001**).

Cette situation de dynamique régressive de la végétation naturelle a poussée plusieurs auteurs à tirer la sonnette d'alarme sur le risque, de plus en plus élevé, de déperdition floristique (**Acherkouk et al., 2011**). D'où, la nécessité de protéger le couvert végétal naturel, surtout en zones arides, et d'en évaluer l'impact environnemental, d'ailleurs, cette protection ou réhabilitation

de la végétation dans les terrains de pâturage doit être effectuée dans le cadre d'une approche systémique et globale.

## **CHAPITRE II**

# **La capacité de charge**

## Chapitre 2 : La capacité de charge

### 1. Définition de la charge :

D'après **Allen et al (2011)** et (**Thorne et al. 2007**), c'est la relation entre le nombre d'animaux et la superficie totale du parcours en une ou plusieurs unités utilisées pendant un temps déterminé. **Bourbouze et Donadieu (1987)**, la définissent comme le nombre de bétail qu'un parcours est susceptible de nourrir.

### 2. Quelques définitions indispensables pour la gestion de la charge :

**La densité (De)** d'après **Bourbouze et Donadieu (1987)** et **Thorne et al (2007)**, c'est le nombre d'animaux/ha pour une courte période sur une parcelle.

**La capacité de pâturage (Ca)** selon **Bourbouze et Donadieu (1987)**, c'est le nombre de jours X nombre d'animaux/ha pour une période déterminée.

**La pression de pâturage (PP)** : c'est le nombre d'animaux d'un type précis /unité de poids d'herbe pour une période déterminée (**Bourbouze et Donadieu, 1987**).

**L'herbe offerte (HO)** : c'est le poids d'herbe disponible/kg vif d'animal sur le parcours d'après **Bourbouze et Donadieu (1987)**. La PP et HO sont inversement reliés. Mais ces deux critères sont essentiellement utilisables sur des parcours herbacés où le poids de l'herbe disponible est mesurable. Ce n'est plus le cas dans des parcours hétérogènes.

**La production animale par hectare** : c'est le produit ; Charge X production par animal dans la période considérée (**Bourbouze et Donadieu, 1987**).

### 3. Définition de la capacité de charge :

La capacité de charge a été défini comme étant la relation étroite entre l'animal est le pâturage. D'après **Boudet (1984) in Yameogo et al (2011)**, **Grouzi, (1984)** et **Launchbaugh (2006)**, la capacité de charge (CC) ou la capacité de pâturage de la terre est la quantité de bétail que peut supporter un pâturage sans se détériorer, le bétail devant rester en bon état d'entretien, voire prendre du poids ou produire du lait pendant son séjour sur le pâturage. C'est le nombre d'animaux qu'il est possible d'entretenir sur un pâturage (une région) donné. Elle est influencée par la variation inter annuelle de pluviosité (**Samandougou et al., 2010**).

**Hiernaux (1983) (in Gningue, 1997)** considère que la capacité de charge d'un pâturage est associée à deux notions : d'une part, dans une optique écologique, au seuil d'exploitation au-delà

duquel, la végétation, voire le milieu se dégradent et, d'autre part, dans une optique zootechnique, au seuil maximal d'exploitation permettant d'atteindre un niveau de performances zootechniques à partir d'un pâturage donné.

The Society for Range Management (1989) définit la capacité de charge comme «la charge maximale possible qui est compatible avec le maintien ou l'amélioration de la végétation ou des ressources associées (**Holoček et al., 1989**) ont également rapportent que la capacité de charge ou la capacité de pâturage se réfère au niveau maximum de charge possible année après année sans provoquer des dommages à la végétation ou des ressources associées. Avant eux **Sharkey (1970)** (*in Scarnecchia, 1990*) la définit comme «le poids total des animaux qui peuvent être pris en charge de façon permanente." La capacité de pâturage est "le nombre d'animaux qui produisent le meilleur rendement sans endommager les ressources physiques et ce en rapport avec d'autres valeurs reçues de la terre." Ainsi la capacité de pâturage a été définie comme la capacité d'accueil nécessaire pour répondre à un seul, mais complexe objectif. Pour **Scarnecchia (1990)** : «la capacité de charge optimale exprime les niveaux les plus rentables de tous les produits et services, tandis que la capacité de pâturage optimale suggère la charge la plus rentable».

Selon **Holoček et al (1999)**, elle se réfère à la charge animale maximale possible année après année sans causer des dommages à la végétation ou aux ressources associés ; qui se rapproche de la définition émise par **Thorne et al., (2007)**, **Roe (1997)** et **Chehema (2005)** (*in Bouallala 2013*).

C'est le taux de charge maximale qui permettra d'atteindre un niveau de performance de l'animal cible, dans un système de pâturage spécifié qui peut être appliquée pendant un temps défini, sans dégradation de la terre de pâturage. La capacité de charge est à la fois spécifique au site et varie de saison en saison et d'année en année (**Allen et al., 2011**).

D'après **Scott et al ( 2008)**, c'est le nombre maximum d'animaux qui peuvent brouter un pâturage tout au long de la saison de pâturage sans lui nuire. La capacité de charge assure le fourrage adéquat pour les animaux au pâturage et laisse suffisamment de fourrage résiduel pour la repousse l'année suivante. Le fourrage restant protège le sol contre l'érosion et augmente le rendement de fourrage l'année suivante par l'amélioration de la vigueur du peuplement, l'humidité du sol et le cycle des éléments nutritifs. L'amélioration de la productivité des pâturages peut augmenter sa capacité de charge.

Selon **Bailey et Sprinkle (2004)**, elle peut varier d'année en année dans la même région en raison des fluctuations de la production de fourrage. La capacité de charge utilise le terme charge qui est tout simplement le nombre d'animaux sur une zone donnée à un moment donné.

Pour s'assurer que les animaux ont assez de fourrage pour rester en bonne santé et pour assurer que le pâturage n'endommage pas de façon permanente le sol et les ressources végétales, le nombre d'animaux et / ou le temps de pâturage doit être contrôlée.

#### 4. Estimation de la charge animale et la capacité de charge

##### 4.1. Le calcul de la charge animale

Le calcul de la charge est relativement simple une fois que le concept et la terminologie est compris. La capacité de calculer la charge et de prendre des décisions de gestion en temps opportun est essentielle pour maximiser les rendements nets de l'exploitation d'élevage (**Redfearn et Bidwell 2008**).

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

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

C : la charge animale

##### 4.2. Le calcul de la capacité de charge

Selon **carrière (1996)** pour calculer la capacité de charge d'un pâturage (ou, de manière équivalente, d'une région donnée), il faut donc connaître:

1- La surface du pâturage (de la région) = S.

2- La production primaire totale = P.

3- La part de cette production qu'il est possible de prélever sans "détériorer" ce pâturage, habituellement exprimée sous la forme d'un coefficient = K.

Le disponible fourrager (DF) est alors donné par la formule:

$$DF = S.P.K$$

Connaissant les besoins alimentaires d'un animal (Ba), la capacité de charge (CC) est calculée par :  $CC = DF / Ba$  soit:  $CC = [S.P.K] / Ba$

Les différentes étapes qui conduisent au calcul de la capacité de charge :

#### 4.2.1. La surface des pâturages (S)

Cette notion s'avère très complexe à petite échelle (celle des pays par exemple), les données disponibles sont les statistiques fournies par les grandes institutions internationales. De l'avis général, ces statistiques sont peu précises, à propos des chiffres publiés par le **WRI (1991)** (*in Carriere, 1996*). Ils rapportent que de nombreux pays reportent systématiquement d'une année sur l'autre, dans leur statistiques nationales, les chiffres précédemment publiés dans la catégorie "pâturages permanents", de sorte que l'évolution de ces surfaces apparaît comme étant nulle d'une décennie à l'autre; c'est le cas pour 35 pays sur 49 pour l'Afrique, et 24 sur 37 pour l'Asie [entre 1977 et 1987].

A l'échelle des petites régions, les méthodes les plus performantes pour évaluer la surface des pâturages sont aujourd'hui celles qui ont recours aux satellites à haute résolution (type SPOT). En matière d'occupation des sols, l'imprécision des mesures de surface est généralement considérée comme acceptable lorsqu'elle ne dépasse pas.

- 15 %, pour les milieux où il existe déjà une documentation importante

- 25 %, pour des territoires où les données (pour un bon étalonnage) sont peu abondantes ou peu fiables

A l'échelle des petites régions, en zones arides et semi-arides, on peut donc considérer que l'estimation des surfaces de pâturages est assujettie d'une imprécision relative d'environ 20 %. (**Carriere, 1996**).

#### 4.2.2. Production primaire (P)

En zones arides et semi-arides, l'imprécision relative aux estimations de biomasse herbacée est sensiblement du même ordre de grandeur, quelles que soient les méthodes utilisées et l'échelle d'observation:

- 10 à 15 % par fauchage, sur le terrain, de places homogènes et représentatives du couvert herbacé

- 20 % par détermination radiométrique de la phytomasse sur le terrain.

- 20 % environ pour les estimations de biomasse par télédétection SPOT ( **Carriere, 1996**).

#### 4.2.3. Coefficient d'utilisation (K)

C'est la part de la production aérienne réellement accessible au bétail, le coefficient d'utilisation de la biomasse (K) est rapidement devenu une norme empirique d'utilisation critique des parcours. Il correspond, en ce sens, à un taux d'exploitation maximal de la biomasse aérienne, taux au-delà duquel la dégradation des parcours devient visible ou prévisible.

Les estimations relatives à ce coefficient sont variables selon les types de parcours, et selon les auteurs ( **Carriere, 1996**). En région sahélienne, par exemple, la norme généralement retenue est de 33 %, mais peut osciller entre 25 % et 40 %.

Quel que soit le milieu considéré, l'incertitude relative à la détermination de ce coefficient est au minimum de 20 % (K +/- 20 % de K).

#### 4.2.4. Disponible fourrager (DF)

Il faut prendre en considération pour déterminer la charge la quantité de fourrage produit qui est disponible pour le pâturage des animaux. Le climat (température et précipitations), la fertilité et la texture du sol et la gestion de la végétation affectent largement la production totale de fourrage pour une zone. La production totale de fourrage disponible peut être estimée en utilisant une procédure de découpage simple et adaptée ( **Brence et Sheley, 2003 in Thorne et Stevenson 2007**). Le disponible fourrager est la quantité d'herbe théoriquement consommable par les animaux. Elle est estimée par l'équation suivante:

$$DF = S.P.K$$

L'incertitude relative à l'estimation du disponible fourrager (DF) est la résultante des incertitudes des différents termes de l'équation (S, P, et K), soit:

. Incertitude sur les surfaces: S. (1 +/- 20%).

. Incertitude sur la production: P. (1 +/- 20%).

. Incertitude sur le coefficient d'utilisation: K. (1 +/- 20%).

D'où: **Incrtitude sur DF = [S.(1 +/- 20%)].[P.(1 +/- 20%)].[K.(1 +/- 20%)] =**

$$DF. [(1 +/- 20\%)^3]$$

L'imprécision relative à l'estimation du disponible fourrager sera donc comprise entre une valeur minimale ( $DF_{\min} = 0,512.DF$ ), et une valeur maximale ( $DF_{\max} = 1,728.DF$ ).

#### 4.2.5. Besoins alimentaires d'un animal (Ba)

C'est la quantité de fourrage nécessaire pour maintenir un animal du pâturage sur une période de temps déterminée (**Thorne et Stevenson 2007**).

Naturellement, tous les types d'animaux d'élevage n'ont pas le même besoin de fourrage. En outre, le besoin de fourrage varie dans une espèce en fonction de sa classe, c'est à dire, sa croissance, la lactation et l'entretien (par exemple, les vaches taries). Pour cette raison, les équivalents de l'unité animale (EUA) peuvent être déterminées pour évaluer le besoin de fourrage et la pression de pâturage des animaux dans le cadre de(en relation avec) l'UA (**Thorne et Stevenson 2007**).

Le nombre d'animaux et leurs besoins de fourrage doit être équilibré avec la production de fourrage. La production fourragère varie d'année en année en raison des changements dans les précipitations (**Redfearn et Bidwell 2008**). Les besoins alimentaires sont évalués à partir des besoins énergétiques d'un animal. La norme habituellement retenue correspond à 2,5 %, en matières sèches, du poids vif de l'animal. Elle est extrêmement variable selon:

- Les espèces animales.
- Les déplacements effectués (distance parcourue, mais aussi vitesse de déplacement).
- Les rythmes d'abreuvements.
- L'état physiologique de l'animal (femelle en gestation, allaitement...).

Etudiant le métabolisme énergétique de l'animal, King (1983) in Carrière (1996), fait état d'une fourchette de variation comprise entre 1,4 % et 2,5 % du poids vif de l'animal.

#### 4.2.6. Capacité de charge (CC)

La capacité de charge est calculée en divisant le disponible fourrager (DF), par les besoins alimentaires d'un animal (Ba), elle peut être exprimée aussi par l'unité ovine (UO) (**Prud et al 1989**).

$$CC = DF / Ba$$

L'incertitude relative à l'estimation de CC est fonction des incertitudes propres aux estimations de DF et de Ba. Elle correspond à l'écart maximal entre les valeurs extrêmes de l'estimation de la capacité de charge:

$$CC_{\min} = (0,512.DF) / (1,2 . Ba) = 0,43 . (DF / Ba) = 0,43.CC$$

$$CC_{\max} = (1,728.DF) / (0,8 . Ba) = 2,16 . (DF / Ba) = 2,16.CC$$

Soit un rapport de 1 pour 5 entre les valeurs extrêmes d'une même estimation de CC.

En d'autres termes, on peut dire qu'une charge théorique de n animaux sur un territoire donné, n'est pas significativement différente d'une charge de n/2 animaux, ou de 2n animaux.

Dès lors, les notions de "surcharge animale", tout comme celles de "sous-exploitation des parcours", sont à considérer avec d'infinies précautions:

- car la précision de notre diagnostic est trop faible, dans bien des cas, pour justifier des politiques interventionnistes qui viseraient, à déplacer des populations animales (ou humaines), à mettre en réserve des parcours surchargés, ou encore à ouvrir au bétail des zones théoriquement sous-exploitées.

- car à l'échelle des éleveurs ou des pasteurs, "capacité de charge" est avant tout synonyme de "gagne-pain"...

### 5. Quelle est la bonne charge d'un point de vue écosystème des pâturages

Pour maintenir un écosystème de parcours sain et productif la charge ne doit pas dépasser la capacité de charge de la terre. La charge inférieure ou égale à la capacité de charge a généralement pour résultat la limitation de l'érosion des sols, une diminution de l'invasion par les (mauvaises herbes) plantes adventices, et la végétation résistante à la sécheresse. Les charges modérées fixées à ou en dessous de la capacité de charge conduisent souvent à l'amélioration des parcours dégradés. Ainsi, la fixation d'une charge appropriée représente une technologie d'amélioration du pâturage souvent négligée. La charge adéquate peut également être définie comme le niveau de pâturage qui ne porte pas atteinte à la capacité des plantes pour se remettre de pâturage et fournit des résidus suffisants pour l'entretien des sols. La proportion des plantes individuelles qui devraient être utilisées dépend du moment (temps) et de la quantité des précipitations et de la résistance au pâturage des principales plantes fourragères (Launchbaugh, 2006).

## 6. Qu'est-ce qu'une bonne charge d'un point de vue des animaux

Les résultats de la surcharge c'est la diminution des performances individuelles des animaux (poids au sevrage, la production de laine, etc.). Au cours de la saison de croissance, les fourrages verts sont généralement disponibles et les animaux sur pâturages surchargés peuvent produire ainsi que les animaux sur pâturage modérément ou légèrement chargé. Cependant, que la saison progresse, les animaux sur les pâturages fortement pâturées perdent souvent poids tandis que ceux sur pâturages modérément ou légèrement pâturés peuvent maintenir ou gagner du poids. Cela surtout si le troupeau reçoit un complément de concentré le soir en rentrant du pâturage (**Lehouerou 1989**). La diminution de la production animale observée à fortes charges se produit pour plusieurs raisons. Au fur et à mesure que de la terre et la quantité de fourrage alloué (assigné) à chaque animal diminue l'animal a moins de fourrage à choisir et la qualité de l'alimentation diminue, cette situation va engendrer la disparition des plantes a haute palatabilité permettant l'envahissement des plantes peu ou pas exploitées (**Kacimi 1996**). À fortes charges, les animaux peuvent ne pas être en mesure de répondre aux exigences quotidiennes en matière sèche et la recherche de fourrage adéquat augmente les besoins en énergie. En outre, la consommation des plantes toxiques est plus commune sur les pâturages fortement que légèrement chargés donc les décès ou les pertes de poids peuvent survenir. (**Launchbaugh, 2006**).

Les basses charges favorisent l'augmentation des performances individuelles des animaux. Cependant, les bénéfices des systèmes d'élevage ne sont pas faites sur le poids individuel de l'animal, ils sont basés sur le poids de l'animal peuvent être produites par acre. Au fur et à mesure que la charge augmente le poids acquis par animal diminue. D'autre part, lorsque le nombre d'animaux sur une parcelle de terrain est augmenté le poids de gain produit par acre augmente. Aux charges très élevés, cependant, la performance individuelle des animaux est sévèrement limitée et l'augmentation du nombre d'UA (unité animale) va diminuer le gain par acre. Une charge optimale pour la production de l'élevage se situe au-dessus du maximum de production par animal et le nombre maximum de poids produit par acre (**Launchbaugh, 2006**).

## 7. Comment diminuer la charge

La charge peut être diminuée si on arrive à permettre l'augmentation des zones pâturées (nouveaux parcs ou circuits plus longs). Si ces derniers sont disponibles (problème foncier) et si la végétation est fauchable, un certain nombre de parcs fauchés au printemps, s'ajoutent en été aux autres parcelles, en éliminant des animaux, par vente, mise en pension ou association, abattage d'animaux engraisés, réforme, avant la période de sécheresse.

La charge animale n'est pas le seul paramètre responsable de la dégradation. La gestion de ces espaces avec une vision d'un développement durable peut permettre une meilleure valorisation de ces ressources naturelles. En effet **Launchbaugh, (2006)** rapporte que la diminution du nombre d'animaux n'est pas la seule façon de remédier (rectifier) à une charge excessive. Améliorer la répartition des animaux rend les fourrages plus à la disponibilité des animaux. Divisant un grand pâturage en pâturages plus petits ou en ajoutant des sources d'eau améliorent la distribution des animaux à travers le paysage. Modification de la race, de l'âge ou de l'espèce de l'animal peut aussi entraîner une diminution de la pression de pâturage. Les jeunes animaux font une meilleure utilisation des terrains accidentés, donc si les jeunes, plutôt que les animaux adultes, vont pâturer la quantité de fourrage utilisable peut être augmentée dans les zones de grand relief topographique. Le pâturage de multiples espèces (c.-à-d., ovins, caprins, et bovins) augmente aussi la quantité de fourrage utilisable car les espèces différentes préfèrent différents types de fourrage. Certaines races d'animaux peuvent mieux valoriser certains types de végétation que d'autres. La sélection des animaux qui peuvent mieux valoriser les fourrages disponibles dans la distribution des animaux améliorée et une plus grande quantité de fourrage disponible.

## 8. Impacts du pâturage intensif sur la diversité et la composition végétale

Il y a eu beaucoup de débats sur les effets de pâturage du bétail sur les communautés végétales. Certains chercheurs suggèrent des effets positifs, avec des augmentations signalées dans la diversité végétale tandis que d'autres fournissent des preuves plus importantes des impacts négatifs. La nature de ces impacts varient, allant de simples pertes du recouvrement, aux variations de la diversité générale, et à des changements de composition plus spécifiques. Les changements dans la composition rapportés sont ceux des systèmes dominés par les plantes pérennes aux plantes annuelles, la perte de couverture végétale permanente avec augmentation de la couverture géophyte (**Noy - Meir et Oron, 2001 in Anderson et Hoffman, 2007**), et à des systèmes dominés par des espèces moins appétentes en réponse à la pression sélective de pâturage.

Cette pression sélective peut entraîner une perte d'hétérogénéité, comme différents types de végétation pourraient devenir de plus en plus homogène dans la composition et le recouvrement, où le recouvrement précédemment a été divisé entre une variété d'espèces, il devient dominé par peu d'espèces non palatables (**Hoffman et Cowling, 1991 et James et al., 1999 in Anderson et Hoffman, 2007**).

Une étude des effets du pâturage sur la diversité des espèces et la richesse de la végétation des parcours a signalé que les effets du pâturage sur la composition des espèces, le recouvrement en végétation, hauteur de la tige, la biomasse et les sols environnants étaient sensibles à taux de pâturage dans le parcours (**Verser et Ejtehadi, 1996-1997 in Zhao et al., 2005**).

Le pacage intensif se traduit souvent par un déclin dramatique de la diversité végétale, le recouvrement végétal, la production primaire, la production de semences et le nombre de graines dans le sol (**Coffin et Lauenroth, 1989; Bertiller, 1996 in Zhao et al., 2005**).

La baisse continue du couvert végétal, la hauteur et la biomasse de la racine causée par un pâturage intensif signifie une diminution de la fonction de la végétation de protéger et fixer le sol. (**Marticorena et al., 1997 in Zhao et al., 2005**).

## 9. Variation de la charge

La gestion de la charge est un élément essentiel de la conduite du pâturage, de la gestion du troupeau et de la réussite économique de l'éleveur. Cependant, compte tenu de la complexité des paramètres qui entrent en jeu, et malgré les connaissances accumulées sur l'animal au parcours, il est clair que, dans la pratique et sur un site spécifique, il n'y a pas de substitut à l'expérience de l'éleveur (**Daget et Godron, 1995**). La recherche de la charge optimale doit par conséquent s'appuyer sur une double expérience théorique et pratique.

### 9.1 Le surpâturage

Le déséquilibre entre chargement animal et potentiel pastoral peut se traduire par une surutilisation des ressources pastorales avec les phénomènes de surpâturage que l'on rencontre fréquemment dans les pays du Maghreb ou du Sahel (**Etienne, 1996**).

Quand les animaux sont trop nombreux par rapport à la surface de pâturage ou bien y sont maintenus trop longtemps, il y a surpâturage, les bonnes espèces prennent un aspect chétif et rabougri avant de disparaître et sont remplacées par des espèces déjà présentes moins appréciées par le bétail, puis ces moins bonnes espèces sont à leur tour sur-pâturées et certaines d'entre elles disparaissent par le même processus que précédemment. Et ainsi de proche en proche jusqu'à

aboutir à un pâturage moins productif et même, dans certains cas, à un sol quasi nu ou couvert d'une faible végétation de refus (« **harmel** ») très vulnérable à l'érosion (**Bencherif, 2011**).

L'exploitation permanente des pâturages naturels, utilisant une charge animale nettement supérieure au potentiel de production des parcours, a pour effet de réduire leur capacité de régénération naturelle (**Nedjimi et al., 2012**). Il y a surpâturage quand l'effectif du bétail est trop nombreux par rapport à la surface pâturée ou bien y est maintenu trop longtemps, les bonnes espèces prennent se dégradent avant de disparaître et sont remplacées par des espèces moins appréciées par le bétail, puis ces dernières sont à leur tour surpâturées et certaines d'entre elles disparaissent, jusqu'à l'obtention d'un sol quasi nu très vulnérable à l'érosion. La surcharge si souvent dénoncée a deux origines : trop d'animaux, pendant trop longtemps, ce qui conduit à une mauvaise utilisation du parcours et à sa détérioration.

La dégradation des terres de parcours se produit uniquement si sa capacité de charge est dépassée et que les gestionnaires doivent maintenir la charge sur le côté sécuritaire, d'autre part cependant, sur la plupart des terrains de parcours communaux de l'Afrique, la pluviométrie est très variable et les équilibres ne peuvent être établis (**Behnke et Abel, 1996 in Pulina et al., 1999**). Les variations saisonnières portent à la fois sur la distribution de la production au sein de l'année et sur la longueur de la période de production au sein de chaque saison (**Etienne, 1996**).

Le surpâturage, correspondant à une consommation supérieure aux 2/3 de la biomasse herbacée aérienne, entraîne aussi une dégradation d'ensemble. Dans un premier temps, les meilleures espèces les plus consommées, disparaissent tandis que les moins bonnes négligées par le bétail, augmentent. Dans un second temps, le piétinement, l'arrachage des souches, aussi bien par les pieds que par les dents des animaux, l'épuisement des espèces, et par suite leur mort ouvrent le tapis végétal et mettent le sol à nu, qui perd alors sa structure sous l'impact des pluies. L'ouverture augmente, une érosion peut démarrer, surtout si le terrain est en pente. La valeur de la végétation diminue de plus en plus et son exploitation régresse (**Daget et poissonnet 1995**).

D'après (**Thorne et Stevenson 2007**), lors de fortes charges, la production totale de l'animal par zone diminue en raison de la mauvaise performance individuelle des animaux. Les performances individuelles des animaux sont pauvres parce que chaque animal dans le troupeau doit maintenant concourir pour une offre limitée et une diminution rapide de fourrage de qualité. Comme la ressource fourragère est diminuée sous des charges élevées, le besoin nutritionnel de chaque animal va de plus en plus non satisfaits. Une charge trop élevée, excessive et prolongée se traduit par une perte de note d'état corporel, taux de mise bas plus bas, et une mauvaise santé du troupeau. Les ajustements de la charge après une baisse visible ou importante des performances des

animaux sont trop tard, parce que l'impact sur l'animal et la ressource fourragère est déjà sévère (grave). A long terme, la surcharge conduit à une réduction des espèces appréciées, une augmentation des espèces indésirables ou de mauvaises herbes, une baisse ultérieure de la capacité de charge, et une diminution de la rentabilité de l'élevage sur parcours.

### 9.2. La limitation de la charge animale

Le déséquilibre entre chargement animal et potentiel pastoral peut se traduire par une sous-utilisation qui entraîne un embroussaillage progressif et une recrudescence des incendies comme en région méditerranéenne française ou en Espagne (**Moreno et al., 1994 in Etienne, 1996**).

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 sévère des troupeaux par les éleveurs. (**Daget et Godron 1995**)

Quand le nombre d'animaux est faible par rapport à la surface pâturée, il y a sous-pâturage, ces animaux commencent par consommer les espèces les plus appréciées, qui après pâturage repoussent et seront de nouveau consommées (**Bencherif, 2011**).

A faible charge, les performances individuelles des animaux sont maximisées parce que les animaux sont libres de choisir un fourrage de grande qualité (**Thorne et Stevenson 2007**).

Par conséquent, avec une pression de pâturage faible, les espèces végétales palatables dans les pâturages sous-chargés sont à risque de surexploitation, parce que les animaux ont libre choix et consomment répétitivement les espèces préférées premièrement. En outre, la production totale de l'animal par unité de surface est nécessairement faible en raison de peu d'animaux dans un pâturage par rapport à des charges élevés (**Heitschmidt et Taylor, 1991 in Thorne et al., 2007**).

Au fur et à mesure que la charge diminue à un niveau modéré, les performances individuelles des animaux diminuent. Parce que la qualité du fourrage moyenne consommée par l'animal est réduite en conséquence directe de l'augmentation des animaux par unité de surface. Cependant, la production totale des animaux par unité de surface augmente à mesure que plus d'animaux sont présents (chargés) par acre. Sous les conditions normales, une charge modérée n'aura pas d'impact négatif sur la ressource fourragère (**Thorne et Stevenson 2007**).

### 9.3. Variations de la charge selon l'année et les saisons

Dans les systèmes de type "ranching" (les mieux étudiés et les plus normatifs), il est possible d'élaborer une véritable stratégie pour adapter la charge aux ressources annuelles. D'après (Daget et Godron, 1995), cinq modes de gestion de la variabilité climatique sont possibles:

- la charge est ajustée au niveau le plus bas de l'année la plus sèche; cette stratégie pessimiste n'est jamais adoptée;

- la charge est fixée au niveau le plus haut de la meilleure année; cette stratégie, beaucoup trop risquée, est inapplicable;

- la charge est placée au niveau de la moyenne des années calculées ; c'est une stratégie souvent adoptée qui implique l'apport de compléments pour compenser les déficits alimentaires;

- la charge est variable et suit les fluctuations climatiques. L'ajustement est appliqué en fin de période de croissance de l'herbe; cette stratégie, idéale aux yeux de l'éleveur, n'est pas facilement applicable car elle rencontre plusieurs difficultés :

\* difficulté d'estimation de l'état des ressources disponibles,

\* prix d'achat trop élevé des animaux maigres et à engraisser les bonnes années,

\* risque sanitaire pour l'introduction de nouveaux animaux,

\* très fortes réticences psychologiques pour abattre des animaux autant qu'il le faudrait les mauvaises années ;

- la charge est constante et fixée à 90 % de la charge moyenne calculée. Il faut prévoir une réduction sensible en cas de sécheresse forte et prolongée ; c'est la stratégie la plus sage.

Dans la plupart des cas qui se rapportent au contexte pastoral traditionnel, les fluctuations climatiques sont plus souvent subies que gérées. En période de sécheresse, la "stratégie" se résume alors à une surexploitation des ressources pastorales (qui ne permet pas la reconstitution de réserves suffisantes) et, parfois, à des apports de compléments sous forme d'orge et de paille.

## **CHAPITRE III**

# **Biométrie de la steppe**

### Chapitre 3 : Biométrie de la steppe

#### Généralité :

L'évaluation de la qualité des parcours par l'approche phytoécologique est décrite généralement par deux méthodes :

La première quantitative, passe par la coupe du végétal et l'évaluation de sa valeur énergétique. Elle est plus précise et la seule à même de permettre le calcul de la charge. Malheureusement, la phytomasse est un paramètre difficilement appréhendable son suivi et peu commode. En effet, pour aboutir à une production pastorale exprimée en UF/ha, il faudrait connaître les valeurs énergétiques saisonnières, les coefficients de production ainsi que le coefficient d'utilisation. Il apparait que la production pastorale est une notion complexe qui nécessite un protocole de mesure fastidieux. La notion de production pastorale des ressources exprimée en équivalent énergétique montre ses limites même si elle garde l'avantage de permettre le calcul de la charge. Aussi, pour pallier à cette difficulté une classification plus simple des parcours a été proposée. Elle constitue la deuxième méthode, essentiellement qualitative. Elle diffère selon les auteurs (**Hireche A., 1999**). Nous nous proposons justement de procéder à un rappel rapide des différentes formules les plus utilisées en zones steppiques algériennes.

#### 1. La phytomasse :

La phytomasse d'un groupement végétal correspond à la physionomie générale de la matière présentée sur une surface à un instant donné. Cette phytomasse évolue au long de l'année, passant en général par un maximum au début de printemps et par un minimum à la fin de l'été ; Les variations interannuelles sont liées directement à la pluviosité (**Aidoud, 1989**).

#### 2. La productivité :

La productivité représente la variation saisonnière de cette phytomasse essentiellement printanière et automnale (**Claudin, 1973**).

##### 2.1. La production primaire :

La productivité primaire nette d'une espèce est la quantité de la matière végétale produite par unité de surface et par unité de temps (**Aidoud, 1984**). Selon le même auteur, la productivité primaire peut être mesurée par deux méthodes :

L'une directe, consiste à couper toute la végétation déterrer les racines puis déterminer le poids sec.

L'autre indirecte, consiste à établir des relations, précises entre une mesure non destructive et la biomasse au cours des essais préliminaires effectuées par la méthode directe.

### **2.2. La productivité secondaire :**

Pour évaluer les ressources pastorales utilisables par les moutons, il faut s'intéresser plus particulièrement à la fraction consommable de la productivité par l'animal, cette évaluation des ressources va porter donc sur les parties palatables par les animaux qui sont nécessairement les repousses qu'on appellera production secondaire.

En d'autre terme, la productivité secondaire est l'accroissement apparemment consommable ne peut l'être totalement car l'effet d'associativité entre espèce induira que la partie de la productivité secondaire ne va pas être toute consommée.

### **3. Le rendement :**

Il correspond à la fraction consommable par les herbivores, cette partie relativise la productivité secondaire par le fait de l'effet association des végétaux (**Aidoud, 1989**). D'après **Claudin (1973)** la phytomasse, la productivité et le rendement dépendent :

- Des aptitudes (potentialité de production de chaque groupement végétal), ce qui explique la fluctuation de la productivité et la régression exponentielle de la phytomasse.

- De la quantité (charge) d'animaux herbivores.

L'aptitude de la production des groupements végétaux va dépendre de :

\* condition climatique et édaphiques en zones arides ;

\* la répartition saisonnière des pluies dans le temps ;

\* l'élévation de la température qui est responsable sur la vitesse de croissance des végétaux ;

\*la nature du sol.

#### **4. Méthode de mesure de la phytomasse aérienne consommable :**

La mesure ou l'évaluation de la phytomasse est effectuée par plusieurs méthodes (Aidoud, 1989)

##### **4.1. Méthode directe :**

Elle consiste à effectuer des prélèvements de la partie consommable pour avoir leur composition chimique afin de déterminer leur valeur alimentaire.

##### **4.2. Méthode indirecte :**

Plusieurs méthodes existent et qui ont fait leurs preuves, seulement quelques soit la technique adoptée, il faut que la station soit homogène (groupement homogène).

##### **4.3. Méthode à baïonnette :**

Elle est utilisée pour une végétation haute (prairie de fauche), au moyen d'une barre de section triangulaire dite baïonnette dont un des angles est très aiguë, les lectures sont effectuées le long du fil de la lame, celle-ci est plantée verticalement dans le sol, les lectures sont faites soit de façon systématique de 20cm soit de façon aléatoire. Cette méthode est utilisée pour suivre la variation de la végétation en revenant à la même ligne.

##### **4.4. Méthode linéaire :**

Les points d'échantillonnages sont situés le long d'un fil (ligne) matérialisée par un ruban ou une corde graduée, la lecture se fait verticalement au-dessus de chaque point, représentant l'unité de mesure, la répétition doit se faire plusieurs et de façon aléatoire afin d'augmenter les chances de hasard. Il est prévu en général de faire 100 lectures sur une ligne, ce qui fournira directement des résultats en pourcentage (Méziani, 1990).

##### **4.5. Méthode de surface :**

Les notions se font dans la surface retenue d'une manière générale rapide mais subjective, ou estimé à l'œil la part de chaque espèce dans l'occupation d'un terrain d'après une échelle de notation (Moule, 1989 in Boukhabza, 1982)

- Méthode des aiguilles au point quadra :

Elle consiste à poser certains nombres de fois dans une sorte de peigne métallique porteur de deux aiguilles espacées de 2,5 cm .On relève l'identité de chaque plante rencontrée à l'extrémité de chaque aiguille, 300 à 400 lectures sont nécessaires soit 30 à 40 déplacement, de règle (Boukhabza, 1982).

#### 4.6. Méthode classique d'estimation de la valeur fourragère :

La valeur fourragère d'un aliment correspond à la quantité d'énergie (énergie nette) d'un kg de cet aliment exprimée en kilocalories qui contribue à couvrir les dépenses d'entretien et de production de l'animal, pour faciliter son utilisation pratique elle est rapportée à celle d'un kg d'orge et exprimée en unité fourragère UF.

$$UF = \frac{\text{Energie nette d'un kg de l'aliment}}{\text{Energie nette d'un kg d'orge moyenne}}$$

#### 5. L'évaluation de la valeur pastorale :

La valeur pastorale naît des travaux de nombreux pastoraliste européens (De vries et al 1942, De vries et De boer 1959, Eilbenberg 1952). La méthode de De Vries souvent utilisée, hiérarchisé les unités suivant leur qualité pastorale (ou valeur pastorale) exprimée à partir des coefficients de valeur affectés à chaque espèce ainsi que leurs importances dans le tapis végétal exprimée en multipliant les contributions diverses espèces par les indices correspondants et en additionnant les valeurs obtenues (Hireche et al., 1999).Les résultats sont exprimées sur 100 :

$$VP = k \sum_{i=1}^n Csi \times Isi$$

$k=1/n$

$n$ =indice maximale de l'échelle

$$Csi = \frac{Fsi}{\sum_{i=1} Fsi} \times 100$$

**Fsi** : fréquence spécifique relative ou fréquence centésimale au sens de **Daget et Poissonet (1972)** d'une espèce, exprimée par le rapport d'une espèce sur le nombre total de points échantillonnés.

**Csi** : contribution spécifique de l'espèce définie comme le rapport de la fréquence spécifique Fsi (absolue) à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100points échantillonnés.

**Isi** : indice spécifique de qualité.

Il s'avère que l'indice de valeur pastorale est pondéré par le recouvrement global de la végétation ce qui lui permet de s'affranchir du problème de surestimation. Vue l'intérêt et les limites de chaque formule. (Aidoud, 1989, Daget et Poissonet, 1990) proposent la formule suivante qui s'apparente à celle de Loiseau et Sebillote (1972) en introduisant un terme correctif en la multipliant par 0,1 pour la ramener à 100 Cette formule se présente alors sous la forme suivante :

$$VP = 0,1 \sum_{i=1}^n Csi \times Isi$$

Cette formule a été utilisée dans de nombreux travaux, portant sur la steppe algérienne (CRBT, 1978; Aidoud, 1989; Boughani, et hireche, 1991). Cependant, si cet indice s'exprime pleinement dans les pâturages herbacés (Daget et poissonnet 1971; Daget, 1974) il ne semble pas très adapté aux zones à faible couvert végétal (Delpech, 1960; Loiseau et Selbilote, 1972; Aidoud, 1989). (Loiseau et Sebliote, 1972) proposent un indice qui tient compte des fréquences spécifiques. (Weachter, 1982) propose également un indice qui intègre les fréquences spécifiques mais il introduit un coefficient de proportionnalité entre la phytomasse et le recouvrement dépendant du milieu. (Floret et Pontanier, 1982) introduisant la biomasse végétale ou recouvrement global, ce qui aboutit à une formule « hybride » car elle introduit un terme quantitatif. Ceci se ramène en définitive à la réécriture de l'indice de la valeur pastorale décrit par (Aidoud, 1989 et Daget Poissonnet, 1990) sous la forme suivante :

$$VP = RGV \times 0,1 \sum_{i=1}^n Csi \times Isi$$

**Isi** : varie de 0 à 10

**RGV** : Recouvrement global de la végétation exprimée sous sa forme fractionnaire(%).

**Csi** : contribution spécifique de l'espèce définie comme le rapport de la fréquence spécifique Fsi (absolue) à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés.

Lors de notre travail on se propose d'améliorer dans le concept de calcul de la valeur pastorale de l'indice Isi qu'il soit plus empirique mais tirera sa valeur à partir des volumes des touffes.

# Etude expérimentale

# **CHAPITRE I**

## **Présentation de la région d'étude**



## 2. Situation agronomique du milieu d'étude :

### 2.1. Superficie :

La superficie totale de la zone d'étude est de 182.000 ha et dans laquelle les terres sont réparties comme indiqué sur le tableau N°4 :

**Tableau N°4: répartition des terres (ha) dans la commune de Thlidjene :**

Terre	SAU	Forets	Alfa	parcours	Inculte	Improductive	totale
<b>Superficie (ha)</b>	10.000	7500	65.500	88.000	1560	1256	182.000

Source DSA –Tebessa-2010

### 2. 2. Population :

La commune de Thlidjène compte une population totale de 10.262 habitants (2009), dominée par la population rurale qui est de 7.696 habitants (DSA, 2010). Cette dernière constitue un paramètre fondamental pour la mise en œuvre d'une politique de développement rural intégré. La population concernée par la présente étude a pour principale activité, la céréaliculture et l'élevage basé essentiellement sur des parcours à dominance de *salsola vermiculata* (région du DERMOUNE) ou d'Armoise (FEDJOUICIF). Ces deux espèces sont exploitées de manière extensive en vue de l'alimentation du cheptel ovin sans aucune norme de respect de charge. La dégradation des parcours ainsi que le manque en potentialités, limitent actuellement le développement de l'élevage et particulièrement celui du cheptel ovin.

## 3. L'élevage :

Dans la commune de Thlidjene l'élevage est à dominance ovine. Il est mené en extensif sur les parcours à base de *salsola vermiculata*, d'*atriplex* et d'*Armoise*. Les effectifs recensés durant les dernières années sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N°5: Effectif des cheptels de Thlidjene (têtes)

Année	Ovins	Bovins	Caprins
2004/2005	79.100	218	16.800
2005/2006	786.00	231	16.360
2006/2007	985.00	248	20.800
2007/2008	90.800	359	21.800
2008/2009	104.134	389	24.798

Source DSA –Tebassa-2010

En se référant au tableau N°5 il ressort que la région est dominée par l'élevage des ovins. Ceci est dû à l'importance de la superficie des parcours 88.000 ha (tableau N°4) dominé par l'alfa qui est de l'ordre de 65.500 ha.

L'implantation des ovins et caprins s'explique par la pratique d'un système combiné céréale- élevage mené en extensif. L'élevage constitue l'activité prépondérante de la population locale, celui-ci est basé sur l'exploitation des ressources céréalières et des parcours steppiques. Ces derniers sont le domaine de prédilection de l'élevage ovin et caprin avec plus de 90 % des effectifs qui y vivent entraînant une surexploitation de ces pâturages

#### 4. Le Sol :

La zone d'étude est caractérisée par un sol de type évolué d'apport colluvial. Le profil est peu profond de type A-C ne dépassant pas 35 cm. L'horizon A est homogène de couleur brune avec une structure lamellaire en profondeur et plus ou moins particulière en surface et une texture moyenne à légèrement grossière tout au long du profil. Ce type de sol est celui qui domine, généralement, les zones steppiques (DSA, 2010)

#### 5. La végétation :

En absence d'étude sur le couvert végétal dans la zone, nous avons effectué des relevés floristiques qui nous ont permis de caractériser le parcours en question.

Sur le plan spécifique, les relevés effectués, durant le mois d'avril font ressortir un cortège floristique constitué de *Salsola vermiculata*, *Stipa parviflora*, *Artemisia herba alba*, *Salicornia arabica* composant les groupes dominants associés notamment à d'autres espèces tel que *Malva vulgaris* et *Peganum harmala* etc...(voir Annexe N°9 à N°16) dont la présence dénote d'un stade de dégradation avancé des ressources pastorales ayant subi les effets néfastes de la surexploitation et du défrichement, mis à part les parcours mis en défens par le (HCDS).

## 6. Les ressources en eau :

La zone d'étude est alimentée par deux types de ressources la première est constituée principalement par des eaux superficielles dont le réseau hydrographique de la région déverse dans le bassin chott Melghir qui est drainée par l'oued de Thlidjene. La seconde ressource provient de la mobilisation des eaux superficielles, grâce à 04 mares et 03 « jobs » réalisés dans le cadre du programme du haut-commissariat de développement des steppes (H.C.D.S) destinés à l'abreuvement du cheptel, la commune de Thlidjene ne compte aucun ouvrage de mobilisation. Dans ces conditions, la mobilisation des eaux superficielles pour l'irrigation par épandage de crue et pour l'abreuvement du cheptel de la commune de Thlidjene (mares, djjobs, ced de dérivation) est très possible. Ces eaux permettent de réalimenter les nappes souterraines et leur mobilisation est d'une nécessité primordiale pour remédier au déficit hydrique.

Les eaux souterraines de la commune font partie du système aquifère de Chéria. Il existe deux nappes en exploitation. La première nappe appelée nappe libre située à une profondeur de 60m est complémentaire à la deuxième nappe ou nappe capture se situe à plus de 150m. La zone de Thlidjen souffre d'un manque d'eau qui entrave l'activité culturelle et son développement.

## 7. Etude climatique

Par sa situation géographique, la région de Thlidjene est soumise à un climat de type semi-aride qu'est une forme particulière du climat méditerranéen, caractérisé par un hiver froid et rigoureux et un été chaud et sec. Les facteurs climatiques qui conditionnent le développement de la végétation dans cette région sont les pluies et les températures. En plus de la phase expérimentale qui s'est étalée sur quatre années d'étude nous avons jugé utile d'étudier ces deux derniers facteurs climatiques sur une période plus longue, afin d'obtenir une vision plus large sur la quantité et la répartition annuelle.

### 7.1. Précipitations

Dans la région de Thlidjene où se situe notre zone d'étude le climat qui règne est du type semi-aride. Les données moyennes de précipitation sur une durée de 15 ans montrent une fluctuation assez distincte entre les saisons. En effet le tableau N°6 indique une quantité annuelle assez faible de précipitation soit 264,43mm. Cette quantité est répartie avec une fluctuation assez distincte entre les deux saisons. Les mois les plus pluvieux de l'année sont : Septembre avec **45,3 mm** et Avril avec **36.00 mm** et les mois les plus secs de l'année sont : juillet avec **6,12 mm** et Août avec **9,45 mm**. En général, nous constatons l'irrégularité des précipitations

dans le temps et elles présentent des variations mensuelles qui confirment le caractère très prépondérant des zones steppiques

**Tableau N°6: Moyenne des précipitations mensuelle (1997-2012) et saisonnière dans la wilaya de Tébessa**

Mois	sep	oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	juill	Aout	Totale
<b>P(mm)</b>	45.3	23.82	22.16	25.75	21.75	12.34	20.84	36.00	23.38	17.51	6.12	9.45	264.43
<b>Moyenne</b>	91.29			59.84			80.22			33.03			264.43
<b>%</b>	34,54			22,64			30,35			12,51			100

Office National de la Météorologie de Constantine (2013).

## 7.2-Températures:

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la distribution de la végétation. Particulièrement les plantes steppiques réagissent positivement vis-à-vis de la température et l'ensoleillement et d'une manière indirecte c'est l'intensité lumineuse qui affecte respectivement la photosynthèse et le développement de ces plantes (**Henin 1969**).

**Tableau N°7 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales (1997- 2012) de la wilaya de Tébessa**

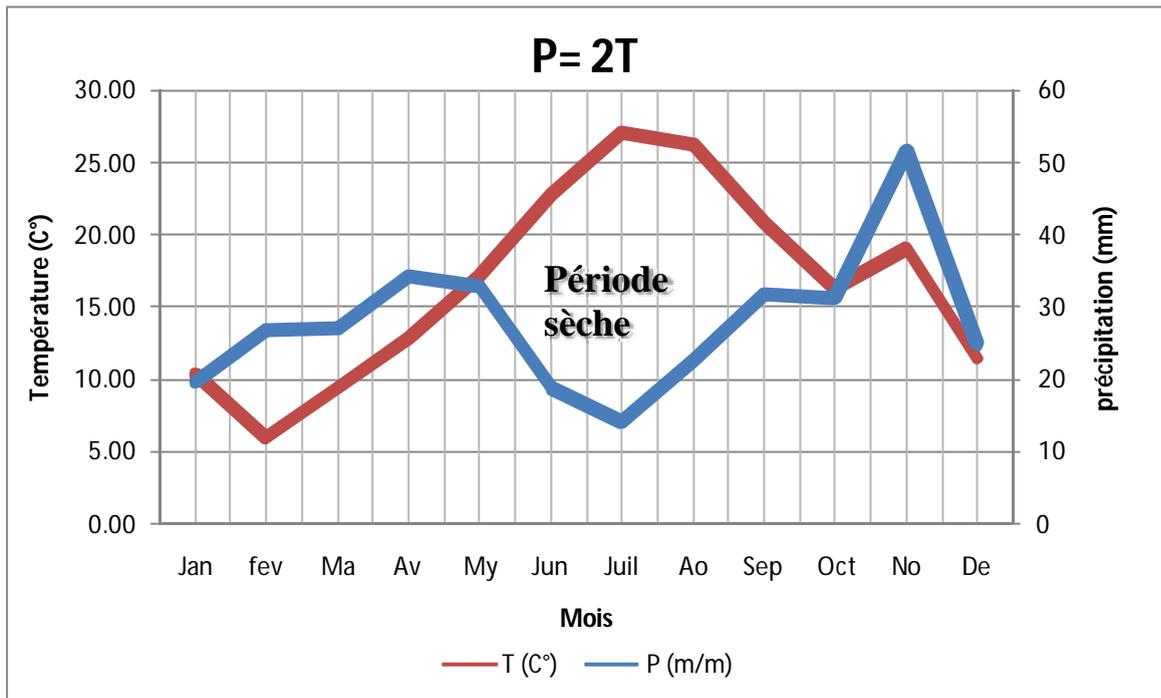
Mois	sep	oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	juill	Aout	Moyenne Annuelle.
<b>m (c°)</b>	17,3	12,8	6,4	5,9	2,0	2,5	4,8	8,8	14,3	16,2	20	18,9	10,01
<b>M(c°)</b>	30,6	26,1	18,3	15,4	14,3	14,7	16,3	19,5	26,7	33,8	36,8	36,6	20,42
$\frac{(M+m)}{2}$	23,	19,4	12,3	10,6	8,15	9,1	11,05	15,15	20,5	25	28,4	27,75	15,21

Office National de la Météorologie de Tébessa 2013

Les températures maximales sont enregistrées en période estivale, durant les mois de Juillet et Août avec respectivement **36,8 °C et 36,6 °C** tableau N°7. Les températures les plus basses correspondent à la période hivernale, aux mois de Janvier et février avec respectivement **2.0 °C et 2.5 °C**.

### 7.3 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

A travers le graphe sur la figure N°6 on observe clairement que la période sèche (la saison de sécheresse) dans cette région est longue, elle s'étale du début du mois de mai et se prolonge jusqu'à la moitié du mois d'Octobre. Période qui peut être critique pour le développement du couvert végétal.



**Fig. 6 : Diagramme Ombrothermique de Gausсен et Bagnouls de la wilaya de Té bessa (2002-2012)**

#### 7.4. Les phénomènes climatiques accidentels:

\* **Les orages** : A partir de la synthèse climatique établit à partir de la période (1997-2012), on a enregistré 45,63 jours d'orage (voir Annexe N° 25). Ils sont concentrés entre le mois de mai et septembre

\***La neige** : Dans la région d'étude, l'enneigement est fréquent au cours de la période hivernal et s'étale de décembre à avril avec une moyenne de nombre de jours mensuelle respectivement de 0,6 et 0,2 (voir Annexe N° 25)

\***Les gelées** : Les gelées blanches constituent un grand risque pour le développement des espèces végétales. Les gelées sont assez fréquentes avec 28,67 jours en moyenne par an( voir Annexe N° 26). Elles se manifestent sur une période de sept mois étalée entre le mois de novembre et avril, mais elles sont plus fréquentes au mois de janvier 9,8 jours.

## 8. Synthèse climatique

Il est bien évident que les facteurs qui ont un rapport avec le climat, n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément. L'étude de chacun de ces facteurs représente certes une approche indispensable pour la compréhension des phénomènes écologiques.

Pour restituer le caractère global du climat d'un lieu on utilise des indices ou des représentations graphiques pour les éléments climatiques considérés comme déterminants. Les indices climatiques sont plus adaptés pour caractériser le climat général, par contre les représentations graphiques permettent de traduire les régimes climatiques.

Les indices permettent le rapprochement ou la comparaison de deux éléments climatiques importants. Le complexe chaleur eau peut être caractérisé par l'indice de sécheresse défini comme le rapport du pouvoir humidifiant (précipitations) au pouvoir desséchant (Evaporation). Sur cette base, nous avons retenu pour l'expression synthétique du climat, l'indice d'aridité de De Martonne, le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, (1953). Ainsi que le climagramme d'Emberger. (Bagnouls et Gaussen, 1953 in Djouza L 2014)

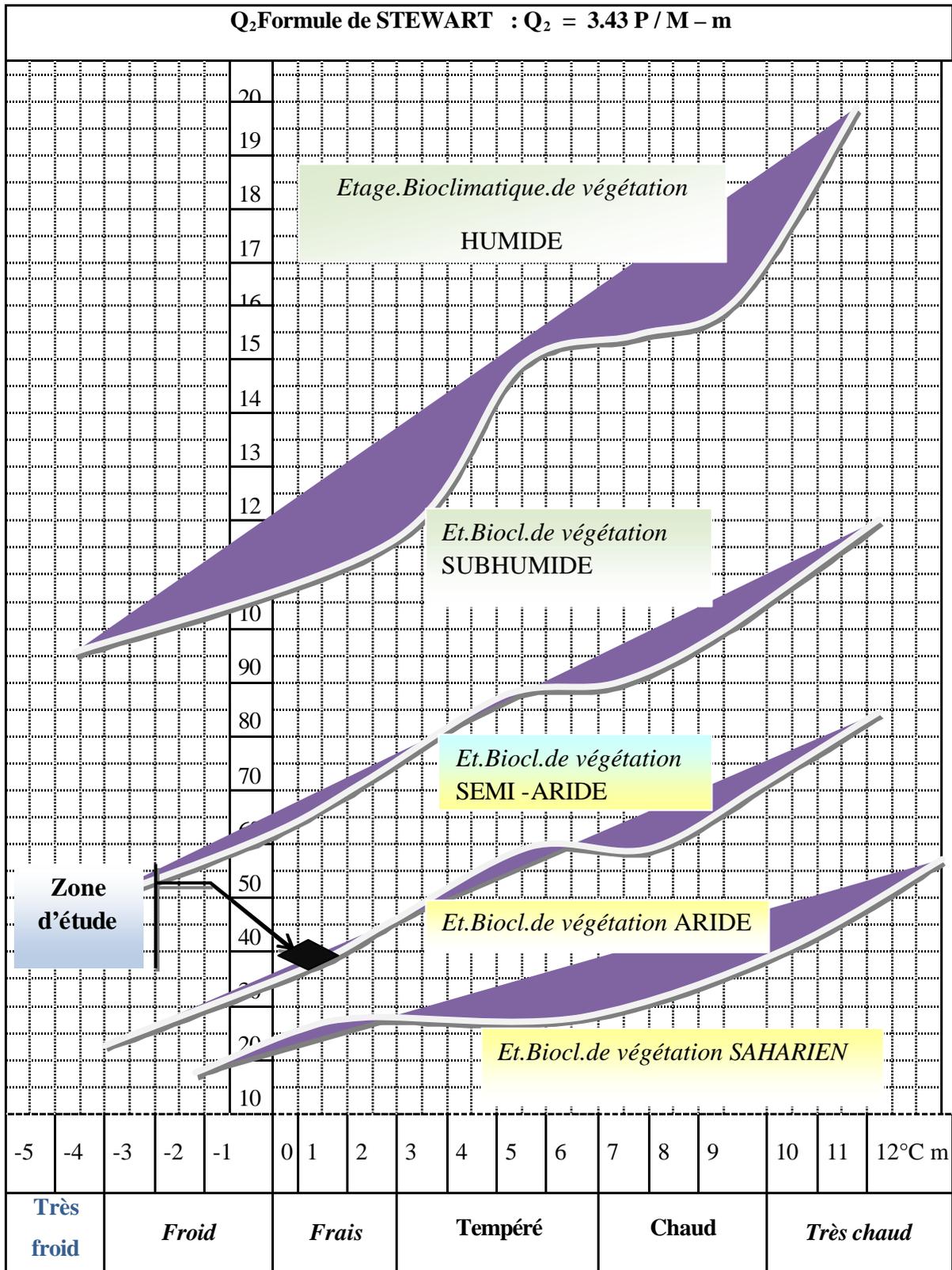
## 9. Les indices climatiques

### 9.1 L'indice d'aridité de DE MARTONNE

L'indice d'aridité de DEMARTONE avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 264,43mm et une température moyenne égale à 15,21 °C l'indice enregistre 10,41 indiquant ainsi un climat à la limite du type semi-aride proche de l'aride (voir Annexe N° 27).

### 9.2 Quotient pluvio-thermique d'Emberger « Q2 »

Le climagramme d'Emberger montre bien que la région d'étude appartient au bioclimat semi-aride inférieur à hivers frais figure N°7. Il est à noter que suite à la tendance climatique marquée par des sécheresses récurrentes, l'étage bioclimatique qui se trouve à la limite de l'étage bioclimatique semi-aride inférieur (figure N° 7) penche vers une tendance en direction de l'étage bioclimatique aride



**Fig. N° 7: Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (Station météorologique de Tébessa (période 2004-2013))**

# **CHAPITRE II**

## **Matériels et Méthode**

## Chapitre II : Matériels et Méthode

Les deux zones d'étude situées dans la région de Tébessa, sont composées essentiellement d'un parcours steppique à dominance de *Salsolavermiculata L.* et *Artémisia herba-alba*. La superficie occupée par la première espèce est de l'ordre de 900 ha et les parcours steppiques qu'elle compose n'ont pas fait l'objet d'investigation assez poussée sur la valeur et la productivité pastorale de l'espèce. Signalons par ailleurs que cette Chénopodiacée tolère bien la salinité (**Irguna et al. 2010**). Elle est considérée comme espèce peu productive. Toutefois ses graines restent très énergétiques et très appréciées par les ruminants (**Ignacio 2010**). La seconde espèce occupe un espace de l'ordre de 500 ha. Cette espèce est considérée parmi les meilleurs parcours utilisés le long de l'année et en particulier en mauvaise saison (**Aidoud 1989**).

### 1. Présentation du matériel végétal :

#### 1.1. *Salsola vermiculata L.*

Appartient à la famille des chénopodiacées qui regroupent plus de cent genres (*Atriplex*, *Salsola*, *Chenopodium*, *Salicornia*, *Arthrophytum*, *Anabasis*, *Noaea*...). Ce sont essentiellement, des plantes vivant sur les terrains salés, surtout dans les régions à climat arides et semi-arides.

##### 1.1.1. Aspect botanique

En général elle est décrite par **Ozenda (1991)** comme étant une plante buissonnante. Quelques genres ont des feuilles à limbe plats et bien développé (*Atriplex*), mais très souvent les feuilles se réduisent à une gaine entourant la tige et terminée par un limbe réduit à une pointe coriace, les rameaux présentent, alors, un aspect articulé (*Salsola*).

Les fleurs sont, toujours, petites, peu visibles et cachées en partie entre les bractées. Le périanthe est formé de cinq pièces membraneuses persistant autour du fruit ; dans une partie des genres elles ne subissent pas de modification appréciable (*Chenopodium*), mais souvent elles s'accroissent après la floraison de différentes manières :

- Chez *Salsola*, elles se développent en ailes membraneuses étalées comme une corolle
- Chez *Atriplex*, elles forment des ailes verdâtres triangulaires soudées entre elles et cachant le fruit.

La famille des *Chénopodiacées* a les fleurs hermaphrodites accompagnées de 0-3 bractées et des périanthes subsistant après le fruit.

Le genre *Salsola L.* comprend près de 130 espèces dont l'origine se situe dans la zone méditerranéenne, les régions arides dans le sud et l'EST de l'Afrique. De nos jours un grand nombre un grand nombre d'espèces ligneuses du genre *Salsola* est répartie à travers le monde. Les

espèces plus fréquentes en Afrique du nord sont : *Salsola vermiculata* L., *Salsola tetragona* Del., *Salsola gemmascens*, *Salsola tatrnda* L., *Salsola seberi* L., *Salsola soda* L., etc....

L'espèce *Salsola vermiculata* L. se présente sous forme d'un arbuste de 0,8m à 1m ,très touffu avec des feuilles linéaires courtes fermes et terminées en points (**Quezel et Santa 1962**).

### 1.1.2. Aire de répartition :

Comme le reste des halophytes, l'espèce *Salsola vermiculata* L. fait partie du cortège floristique naturel des zones salées des régions arides et semi-arides à climat méditerranéen (**Le houero, 1980**) .Elle fait partie des groupements hyper halophytes pouvant tolérer une teneur en chlore allant jusqu'à 50g par kg de terre sèche (**Lapeyronie, 1982**).En Syrie, elle domine dans les sols des bas-fonds argileux et calcique non salés ,tandis qu' au Maroc elle est très répondeu dans les bas-fonds des oueds et des zones d'épandage.

### 1.1.3. Intérêt pastorale :

Les espèces ligneuses de l'Afrique du nord, dont fait partie *Salsola vermiculata* L. peuvent jouer un rôle très important (**Le houero, 1980**) en raison de leurs nombreuses caractéristiques :

- ✓ une résistance élevée à la sécheresse grâce à leur puissant enracinement,
- ✓ les racines et les parties aériennes contribuent à la conservation du sol,
- ✓ aptitudes à utiliser les nappes phréatiques plus ou moins profondes,
- ✓ très grandes productivités,
- ✓ mise en culture relativement facile avec des taux de réussite élevés,
- ✓ lutte contre l'érosion et la désertification,
- ✓ possibilités d'usage multiples (fourrage, combustible...).

En d'autres termes on peut leur attribuer un rôle écologique dans le maintien et la réhabilitation de l'équilibre des systèmes écologique fragile des zones arides et semi arides et un rôle productif sur le plan pastorale.

Il s'agit d'une espèce palatable à hautement palatable dont les organes consommés sont les feuilles et les rameaux, consommée par les ovins ,les caprins et les camelins (**Le houero, 1980**).

## 1.2. *Artemisia herba alba*

Appeler aussi *Armoise herbe blanche* est une plante steppique connue depuis des millénaires et décrite par l'historien grec "**Xénophon**", dès le début du IV<sup>e</sup> siècle avant J-C. Dans les steppes de la Mésopotamie. Répertoire en 1779 par le botaniste espagnol "**Ignacio jordan**

*claudio de Asso y del Rio*”. Plante essentiellement fourragère .Odeur caractéristique d’huile de thymol et goût amer.

L’Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) «Chih » fait partie du genre *Artémisia* qui regroupe plus de 450 espèces. Par ailleurs c’est l’une des espèces les plus largement utilisées en médecine traditionnelle. Les caractéristiques morphologiques et physiologiques font d’*Artemisia herba alba* une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d’éviter ainsi les pertes d’eau.

### 1.2.1. Aspect botanique

L’Armoise blanche est une plante herbacée à tige ligneuse et ramifiées de 30 à 50 cm très feuillées .Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté. Les feuilles sont groupées en grappe, à capitules très petites (3 sur 1,5 mm) et ovoïdes. L’involucre est à bractées imbriquées. Le réceptacle floral est nu avec 2 ou 5 fleurs jaunâtre par capitule toutes hermaphrodites.

C’est une Chameaphyte les bourgeons donnent lieu à une nouvelle croissance chaque année. Elle fleurit à partir de septembre à décembre, elle est oblongue et effilée à la base.

### 1.2 .2. Aire de répartition

Elle se trouve dans les steppes du moyen orient et de l’Afrique du nord. Plante peuplant les steppes argileuses, pâturage rocailleux et terreux des plateaux et des basses montagnes des régions sèches. L’espèce *Artemisia herba alba* est abondante dans la péninsule ibérique et atteint une plus grande population dans le centre de l’Espagne qui s’étend sur la partie orientale, sud-est et le sud de l’Espagne.

Sur les hauts plateaux algériens, les steppes d’armoises s’imbriquent avec les steppes d’alfa, les deux espèces présentent une localisation parfaitement définie; l’alfa est fixé sur les parties hautes tandis que l’armoise se trouve dans les dépressions et dans les moindres griffes d’érosions (**Abdelkefi, 2004**).

### 1.2.3. Intérêt pastorale

Les parcours d’Armoise constituent une ressource fourragère importante grâce à la végétation annuelle qui l’accompagne et lui est souvent préférée.

L’Armoise blanche constitue un fourrage particulièrement intéressant .En effet la plante présente un taux de cellulose beaucoup moins élevé surtout au printemps qui ne laisse préjuger son aspect nutritif, 0.59UF/kg MS (**Nadjraoui 1981**).

Les steppes d'Armoise sont souvent considérées comme les meilleurs parcours utilisés pendant toute l'année et en particulier en mauvaise saisons, en été et en hivers ou elle constitue des réserves importantes. L'Armoise est une espèce bien adaptée à la sécheresse et à la pression animale, en particulier ovine (**Daget et Godron 195**).

## 2. Méthode :

### 2.1 Description du dispositif expérimental:

Le dispositif est composé de 5 stations de 100m<sup>2</sup> chacune. Ces stations sont disposées selon un transect nord sud et la distance entre elle est supérieure à 500 mètres.

Dans chaque station 3 coupes sévères de 1m<sup>2</sup> ont été effectuées pendant 4 années successives durant le printemps et ont fait l'objet d'analyses chimiques au laboratoire.

Le bornage des stations fut très bien réalisé par des jalons très élevés pour assurer la bonne visibilité des limites des stations (en plus d'un gardiennage réalisé par des agents du HCDS). Ces mêmes coupes permettent la détermination des productivités consommables.

Chaque station échantillonnée, comporte un nombre **n** d'espèces se présentant avec une abondance donnée pouvant être exprimée soit par une densité, une fréquence, ou dans le meilleur des cas par une phytomasse. Nous avons retenu de façon générale, la fréquence spécifique comme expression quantitative. Les sites retenus pour l'étude sont considérés comme des parcours plus ou moins homogènes (dominance d'espèce *Salsola vermiculata.L et Artémisia herba-alba.L*). Les fréquences ont été relevées par lecture de point le long d'une ligne. Ce relevé linéaire s'inspire des techniques développées dans les prairies (**Confield et Anderson, 1942 in Gonot, 1960**) et (**Daget et Poissonnet, 1971**). Cette technique parmi d'autres testées s'est avérée comme la plus simple et la plus efficace (**Aidoud, 1989**).

\* Description du dispositif linéaire pour la lecture des données :

- Planter le premier piquet de fixation dans le sol. Il faut que les piquets puissent être à la hauteur ou plus de la végétation dominante.
- Orienter la ligne dans le sens du vent éventuellement pour que celui-ci ne fasse pas trop vibrer la corde.
- Une fois la corde entièrement déroulée, il faut bien tendre la corde et l'accrocher au premier piquet.

- Commencer la lecture (dans le sens diagonal de la station) au point de 10 cm en y plaçant la baguette de lecture verticalement et en la laissant glisser jusqu'à toucher le sol sans essayer de l'orienter. C'est son poids qui doit la guider afin d'éviter toute subjectivité dans la mesure.

- Noter la ou les espèces qui touchent l'aiguille et l'élément du sol qui touche la pointe inférieure de l'aiguille.

- Répéter la manipulation tous les 10 cm jusqu'au moins 200 points ce qui correspond à 1000 lectures pour les 5 stations (il est recommandé de ne pas changer la maille pour pouvoir intégrer les données existantes, parce qu'il est prouvé qu'un changement de maille sur un même type de végétation ou dans une même station ne donne pas les mêmes résultats (Aidoud, 1989).

## 2.2. Détermination de la composition chimique

Avant l'analyse proprement dite, les échantillons des différentes coupes de l'espèce étudiée et des différentes stations ont fait l'objet de peser à l'état humide et après dessiccation, pour déterminer la matière sèche suivi d'un broyage, et enfin sont conservé dans des boîtes hermétiques. En se référant aux méthodes officielles d'analyses appliquées en nutrition animale et en alimentation, approuvées par l'Association of Official Analytical Chemist (AOAC) ainsi que l'association Française de Normalisation (AFNOR); Les analyses de la composition chimique ont été mené conformément à ces deux méthodes. (Y.Beckers 1997). Les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire des analyses fourragères du département de production animale université El hadj lakhdar de Batna.

### 2.2.1. La teneur en matière sèche (MS):

le traitement des échantillons destinés à une analyse chimique débute par la détermination de la teneur en matière sèche .Le principe est d'éliminer l'ensemble de l'eau contenu dans l'échantillon afin de faciliter sa conservation et d'exprimer la composition chimique de sa fraction organique et minérale sur une base identique (en % de la matière sèche le plus souvent).La dessiccation complète de l'échantillon est théoriquement obtenu par séchage dans une étuve à une température de 105°C, pendant 05 heures.

#### Mode opératoire :

- \* peser un verre à montre numéroté (T)
- \* peser dans le verre à montre une quantité précise d'échantillon frais(T+PF)
- \* sécher à l'étuve jusqu'à poids constant

\* peser le verre à montre + échantillon sec après refroidissement (T+PS).

### CALCUL

$$\% \text{ MS} = [(T+PS) - T] \times 100 / [(T+PF) - T]$$

### 2.2.2. Mouture des échantillons :

A des fins d'homogénéisation, l'échantillon est finement moulu au moulin équipé d'un tamis dont les mailles mesurent 1mm de côté. Pour éviter les échauffements préjudiciables sur la composition chimique, les échantillons grossiers sont préalablement moulu au moulin à marteaux équipé d'un tamis à plus larges maille (3 à 5 mm). Pour les fourrages on procèdera à une réduction de la longueur des brins (2 à 3 cm) à l'aide d'un ciseau ou de hacheur. Pour éviter les contaminations, il est primordial que la mouture soit réalisée avec un moulin propre. Entre les moutures successives, on procèdera à un nettoyage du moulin (aspirateur, pinceau...). La première quantité d'aliment moulue sera de même jetée.

### 2.2.3. Teneurs en cendre et en matière organique :

La teneur en cendre totales (CT) est déterminée par gravimétrie après calcination à 550°C d'une quantité connue d'échantillon. Le résidu de calcination est apparenté à la fraction inorganique de l'échantillon. La durée de calcination est pratiquement de 6 à 7 heures, mais certains échantillons réclament pas moins de 24 heures. La calcination complète doit produire des cendres blanches ou grises ne renfermant plus de particules charbonneuses.

### Mode Opératoire :

\* peser un creuset en porcelaine préalablement séché à l'étuve à 105°C et refroidi au dessiccateur (T).

\* peser précisément environ 03 g d'échantillon (T+PF)

\* calciner au four à 550°C (6 à 7 h)

\* peser le creuset +aliment calciné (T+PC) après refroidissement au dessiccateur.

### CALCUL

$$\% \text{ CT} = [(T+PC) - T] \times 100 / [(T+PS) - T]$$

La teneur en matière organique se calcule suivant la relation :

**CALCUL**

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

**2.2.4. La matière grasse(MG) :**

Les lipides sont extraits en continu et à froid à l'éther diéthylique dans un appareil de soxhlet (teicator). Cette méthode est la plus utilisée en analyse courante d'aliment. Les graisses ainsi dosées se nomment extrait étheré (EE).

**Mode opératoire :**

- \* peser précisément 2g d'échantillon (PE) dans cartouche en carton poreux
- \* introduire environ 50 ml d'éther diéthylique dans le gobelet en aluminium préalablement taré (T)
- \* installer le gobelet dans l'appareil, faire descendre la cartouche et faire circuler l'eau dans le réfrigérant une fois que l'appareil émis le signal indiquant que la température recherché est atteinte 104°C.
- \* au bout d'une heure d'extraction capter l'éther en fermer les robinets.
- \* terminer l'élimination de l'éther à l'étuve pendant 3heures (laisser la porte ouverte de l'étuve durant le premier quart heure de l'opération).
- \* peser le gobelet (T+EE) après refroidissement).

**CALCUL**

$$\% \text{ EE} = [(T+EE) - T] \times 100 / (PE \times MS/100)$$

**2.2.5. La cellulose brute (CB)**

C'est le résidu organique obtenu par la méthode de WEENDE après deux hydrolyses successives. L'une en milieu acide (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 0.26 N) et l'autre en milieu basique (KOH;0.23N).

**Mode opératoire :**

Le mode opératoire défini ci-après est utilisable pour le dosage de la cellulose brute sur un appareil analyseur de fibre à l'aide de filtre porosité 2.

- \* Peser précisément 1g d'échantillon (PE) dans un filtre préalablement pesé porosité 2
- \* immerger les filtres avec échantillon dans la solution  $H_2SO_4$  0,26 N (30mn d'ébullition).
- \* rincer avec de l'eau distillée bouillante (0,5 litre environ).
- \* immerger les filtres avec échantillons dans la solution KOH 0, 23N (30mn d'ébullition).
- \* rincer avec de l'eau distillée bouillante (0,5 litre environ).
- \* Sécher les filtres + échantillons dans des creuser en porcelaines à  $105^\circ C$  pendant 6 heures après refroidissement au dessiccateur (T + PS).
- \* calciner les creusets à  $550^\circ C$  pendant 3 heures et les peser après refroidissement au dessiccateur (T + PC).

### CALCUL

$$\% CB = [(T+PS) - (T + PC)] \times 100 / (PE_x MS / 100)$$

### 2.2.6. La matière azotée totale (MAT)

La teneur en MAT de l'échantillon est calculé à partir de la teneur en N dosé selon la méthode de Kjeldahl, en faisant l'hypothèse que les MAT sont exclusivement composés de protéines contenant 16% d'N.

Suivant la méthode Kjeldahl, la MO de l'échantillon est minéralisé par l' $H_2SO_4$  bouillant en présence d'un catalyseur. L'N est transformé quantitativement en  $(NH_4)_2SO_4$ , excepté pour l'N des nitrites et des nitrates. L'ammoniaque est ensuite déplacée par ajout de soude, entraîné par la valeur, recueilli quantitativement dans une solution standard de réception et titré à l'aide d'un acide de normalité connue.

Matières organiques +  $H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + H_2O + (NH_4)_2SO_4$  en presence d'un catalyseur

$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4$

$NH_4OH \rightleftharpoons NH_3 + H_2O$  avec variation du PH

$NH_3$  est entraîné par la vapeur et titré

### Mode opératoire :

- \* Peser environ 1g d'échantillon dans un tube de kjeldahl de 250 ml (PE).

- \* Ajouter lentement tout en agitant 12,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré
- \* Insérer les tubes dans le boc de minéralisation préchauffé à 450 °C.
- \* Après 40 à 60 mn de minéralisation retirer les tubes et laisser refroidir tout en laissant l'aspirateur fonctionner. Ajouter 100 ml Na OH à 40%.

\*Distillation, après avoir récupérer 100 ml de solution ou plus dans 25 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N titré au rouge de méthyl

- \* Titré la solution avec NA OH 0,1N

**CALCUL**

$$MAT(\%) = \frac{(V_1 - V_2) \times 1.4 \times 6.25}{1000 \times PE} \times 100$$

V<sub>1</sub> : Volume en ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.1normale)

V<sub>2</sub> : Volume en ml de NaOH (0.1normale).

1,4: 1ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1N Titre 1,40 mg d'N

6.25 : 1g d'azote correspond à 6.25% de MAT d'origine végétale.

PE : prise d'essais 1g.

1000 : transforme les g de la PE en mg pour travailler avec les mêmes unités.

MAT: matière azotée totale exprimée en % de la matière sèche (MS).

### 2.2.7. La digestibilité enzymatique :

La méthode enzymatique pepsine- cellulase permet de prévoir au laboratoire la digestibilité des fourrages.

- a) Introduire dans chaque creuset à verre effrité de porosité 02 contenant l'échantillon et fermé à la base par bouchon  
50ml de mélange pepsine-HCl 0,1 à 40 °C. Fermer avec un bouchon. Agiter, placer les creusets 24h au bain-marie 40°C de façon à ce que le niveau d'eau atteigne au moins celui du réactif dans les creusets. (L'agitation est assurée mécaniquement).
- b) Au bout de 24h :

Effectuer une hydrolyse acide en plaçant les creusets 30mm exactement dans un bain-marie à 80°C.

Opérer par portoir en les décalant dans le temps pour faciliter la filtration qui s'effectue exactement au bout de 30mn d'hydrolyse acide.

Filtrer rapidement tous les creusets pour éviter une hydrolyse supplémentaire puis rincer individuellement chaque résidu avec environ 250ml d'eau distillée, et terminer également par un rinçage du fond du creuset.

- c) Fermer les creusets à la base avec les bouchons, introduire dans chaque creuset 50 ml de préparation cellulosique préalablement chauffée à 40°C.

Fermer les tubes et agiter comme précédemment.

Placer les creusets 24h au bain-marie 40°C.

- d) Au bout de 24h :

Filtrer chaque creuset. Rincer le résidu avec environ de 250ml d'eau distillée, et terminer également par un rinçage du fond de creuset. Sécher le résidu 48h à 103°C puis peser : Poids du creuset + résidu matière sèche = P1. Calciner le contenu des creusets pendant 5h au four à 500°C, puis peser ; Poids du creuset + cendre = P2.

### 2.2.7.1. Digestibilité de la matière sèche (MS)

$$D_{cellMS} = \frac{E(MS) - (P_1 - P_0)}{E(MS)} \times 100$$

E(MS): poids de la prise d'essai.

P<sub>0</sub>: poids du creuset vide en gramme.

P<sub>1</sub>: poids «creuset + résidu après étuve» en gramme.

D<sub>cellMS</sub>: digestibilité cellulosique de la matière sèche (MS) en gramme.

**2.2.7.2. Digestibilité de la matière organique (MO)**

$$D_{cellMO} = \frac{E(MO) - (P_1 - P_2)}{E(MO)} \times 100$$

E(MO): poids de la prise d'essai (MO en gramme).

P<sub>1</sub>: poids «creuset + résidu de MS non dégradée» en gramme.

P<sub>2</sub>: poids «creuset + cendres» en gramme.

D<sub>cellMO</sub>: digestibilité cellulasique de la matière organique en (%), la digestibilité de la matière organique (DMO) et de la matière sèche(DMS). in vitro sont estimées par les formules suivantes.

$$DMS = 0.706 \times D_{cellMS} + 20.4$$

$$DMO = 0.656 \times D_{cellMO} + 24.33$$

DMS : la digestibilité de la MS en %.

DMO: la digestibilité de la MO en%.

**3. Calcul de la valeur nutritive**

Les équations et les formules de calculs de la valeur nutritive utilisées sont celle proposé par **JARRIGE et INRA (1978)**.

$$MOD = MO \times DMO$$

MOD: matière organique digestible (g/kg MS)

$$MOND = MO - MOD$$

MOND: matière organique non digestible (g/kg MS)

MO: matière organique (g/kg MS).

**3.1. Valeur énergétique (UF) :**

Est estimée par la formule de Breirem (INRA, 1978) :

$$UF_{Breirem} = \frac{2.36 MOD - 1.2 MOND}{1650}$$

UF: unité fourragère par kg de matière sèche.

### 3.2. Matière azotée digestible (MAD) :

Les valeurs azotées sont estimées à partir de la formule de Gautier 1991 in (Y.Beckers 1997)

$$MAD = MAT \times DMO$$

MAD : matière azotée digestible (g/Kg MS)

MAT : matière azotée totale (g/Kg MS)

DMO : digestibilité de la matière organique en pourcent

## 4. Calculs des paramètres de mesures :

### 4.1. Calcul de la valeur pastorale (VP)

L'indice de la valeur pastorale est un coefficient global de qualité affecté à un pâturage .Cet indice a été utilisé à l'origine dans les prairies permanentes (Daget et Poissonnet, 1969).L'indice de la valeur pastorale est donné par la formule :  $VP = \sum_{i=1}^n C_{S(i)} \cdot I_{S(i)}$ , chaque espèce(i) de la station est caractérisée par :  $I_{S(i)}$ =indice spécifique variant entre 0et 10.

$$CS_{(i)} = F_{S(i)} / \sum_{i=1}^n F_{S(i)} \quad (\text{contribution spécifique au tapis végétal en } \%).$$

Cette formule a été utilisée dans de nombreux travaux, portant sur la steppe algérienne (CRBT, 1978;Aidoud,1989; Hirche, et al.,1999).

Cette formule utilise la contribution spécifique indépendante du recouvrement global du tapis végétal, or celui-ci est plus faible en steppe, ce qui surestime la valeur de la VP. Ainsi pour palier à cet inconvénient, (Aidoud, 1989 et Daget et Poissonnet, 1972 inHirche, 1995) ont utilisé une pondération pour le couvert végétal (RG).La formule applicable à la végétation steppique devient alors :

$$VP = RG \times 0.1 \times \sum_{i=1}^n C_{S(i)} \cdot I_{S(i)}$$

\* **RG** : recouvrement global ou le couvert végétal est égal au rapport du nombre total de points de végétation à celui des points échantillonnés. (NB : A chaque point de végétation,

plusieurs espèces peuvent être notées, la somme des fréquences est au moins égale au recouvrement végétal).

\* **0,1** : terme correctif (recouvrement global du tapis végétal; or celui-ci est nettement plus faible en steppe ce qui surestime le score de la VP ce qui nécessite sa multiplication par 0,1)

\* **CS<sub>(i)</sub>** : contribution spécifique de l'espèce définie comme le rapport de fréquence spécifique FS<sub>(i)</sub> (absolue) à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés.

\* **Is<sub>(i)</sub>** : indice spécifique variant entre 0 et 10, qui n'est plus empirique car nous proposons lors de cette étude de le calculer à partir des volumes des touffes.

#### 4.2 Calcul de la productivité pastorale (PP)

La productivité pastorale (PP) ou productivité fourragère est l'expression en unité fourragère (UF) de la productivité utile qui se calcule à partir de la productivité primaire nette ou la quantité consommable.

Pour chaque espèce (i) composant la communauté considérée est calculée la productivité énergétique égale au produit de la productivité primaire représentée par la quantité consommable corrigée par l'indice d'efficacité biotique (IEB) et par sa valeur énergétique (UF) calculée au laboratoire.

$$PP = SR_{(i)} \times V_{(i)}$$

où PP est la productivité pastorale exprimée en UF Breirem /ha, **R<sub>(i)</sub>** le rendement réel (relatif au % du recouvrement global) exprimé en kg MS /ha et **V<sub>(i)</sub>** la valeur nutritive de l'espèce(i) calculée au laboratoire, exprimée en UF Breirem.

#### 4.3. Indice d'efficacité biotique (IEB)

La seule productivité qui nous intéresse est la fraction consommable, donc il s'agira de la partie verte et des rameaux tendres de la plante. Cet indice contribuera dans le calcul de la productivité consommable relative par rapport à la phytomasse, autrement dit c'est la quantité fourragère consommée par rapport à la masse totale de la touffe considérée. Cet indice permettra donc de corriger le rendement utilisé pour le calcul de la productivité pastorale (PP) c'est-à-dire la quantité fourragère réelle pouvant être utilisée par l'animal.

$$\text{IEB} = \frac{\text{Poids de la partie consommable ou verte}}{\text{Poids total de la touffe}}$$

#### 4.4. Calcul de l'indice spécifique $IS_{(i)}$

Comme il a été déjà mentionné, l'indice spécifique a été évalué à partir des calculs des volumes des touffes. La forme a été assimilée à un tronc de cône où le volume :

$$V = (3,14/3) (a^2 + ab + b^2) H$$

$a=L/2(\text{cm})$  ;  $b=l/2(\text{cm})$  ;  $H$  : hauteur de la touffe (cm) ;  $L$  : grande base ;  $l$  : petite base.

A l'aide des volumes calculés une note a été attribuée à chaque volume. Cette note a été calculée comme suit : les volumes calculés sur la ligne et hors de la ligne pour élargir la fourchette, ont été organisés en 10 classes, sachant que la note supérieure est de 10 et les classer par ordre de pas. Chaque catégorie a été représentée par un nombre de touffe multiplié par la note correspondante. L'indice spécifique a été calculé sur la base de la somme des 10 notes concernant chaque catégorie sur le nombre total des touffes mesurées. On obtient ainsi un indice spécifique moyen pour les cinq stations.

#### 4.5 Calcul de la richesse et la diversité :

La richesse est le nombre total des espèces ( $S$ ) dénombré sur une ligne de lecture (Aronson, et al, (1995), tandis que la diversité est calculée selon la formule de SHANON-WEINER :

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i)$$

$H'$  = Shannon-Weiner Indice de diversité

$P_i$  = proportion par espèce  $i$  allant de 1 à  $s$ .

#### 4.6. L'unité ovine :

De tout temps les troupeaux ovins ont exploité les prairies naturelles, parcours steppiques, piémont et alpages en zone méditerranéenne. Cependant, lorsque l'on cherche à évaluer les ressources fourragères instantanées, on se heurte à une série de difficultés : hétérogénéité, variation saisonnière, diversité de la flore, préférence alimentaire, effets climatiques,...

Suite à ces difficultés un important travail de normalisation des modes d'évaluation des charges ovines au pâturage a été réalisé par «PHILOETIOS: nom collectif d'un groupe de

recherches sur l'évaluation du matériel ovin méditerranéen dans le cadre des programmes CEE-AGRIMED, du groupe ovin au CIHEAM et du réseau coopératif FAO ovin caprin». Dans un premier temps, ils ont défini une unité commune de mesure de charge : l'unité ovine méditerranéenne ou UOM (**Prud'hon et al 1989**); où beaucoup de travaux de recherche ont été menés en vue d'évaluer sa commodité à travers beaucoup de pays méditerranéens tels que la France, l'Italie et l'Espagne.

Par définition une unité ovine (UO) correspond aux besoins en énergie nette d'une brebis standard : brebis adulte de 45 kg en état moyen, note d'état corporel 3 à l'entretien et vivant la majeure partie de l'année au pâturage. Sur les bases de l'INRA (**1978**) et en majorant de 30% les besoins d'entretien pour tenir compte de la vie en plein air, une unité ovine nécessite environ 0,55 unité fourragère (UF), d'une manière générale, les brebis sur parcours sont accompagnées d'agneaux où le besoin d'entretien de ces derniers est évalué à 0,36 UF par tête.

L'unité ovine établie à partir des besoins d'entretien seulement d'une brebis et sa suite s'élève donc à 0,91 UF/j. La charge global d'un parcours s'exprime en UO/ha /saison. Elle correspond au nombre de têtes ovines (exprimé en unité ovine) qu'un parcours peut supporter durant une saison estimée à 120 jours. Charge saisonnière - Productivité pastorale (UF) / Besoin saisonnier(UF) d'une brebis et sa suite.

#### **4.6. L'outil statistique :**

Tous les calculs concernant la moyenne, l'écart type, la corrélation ainsi que le coefficient de corrélation ont été traité à l'aide du logiciel statistica.

# **Chapitre III**

## **Résultats et Discussion**

## Chapitre III : Résultats et discussion

1. Composition chimique de *Salsola vermiculata* L.

La composition chimique est déterminée à partir de la matière sèche des échantillons qui ont subi un traitement au préalable tel que le pesage à l'état frais pour déterminer la matière sèche. Une fois au laboratoire ils ont été séchés, broyés et conservés dans des boîtes hermétiques. Les résultats des différents paramètres sont consignés dans le tableau N° 8.

Tableau N° 08 : Composition chimique de *Salsola vermiculata* L.

Composition	MS (%)	MO	MM	MG	MAT	CB
Stations		(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)
Printemps 2008	52,56 ± 2,10	828 ±14,90	173 ±14,90	15 ±1,58	90,4 ± 6,64	625 ±7,07
Printemps 2009	55,80 ± 2,41	767 ± 33,20	234 ± 33,20	16,70 ± 1,37	46,7 ± 1,86	335,9 ± 38,83
Printemps 2010	67,03 ± 2,39	841,0 ± 16,19	158,7 ± 16,19	34,2 ± 2,74	153 ± 9,87	555 ± 41,65
Printemps 2011	59,4 ± 0,63	814 ± 6,63	186,2 ± 6,63	22,9 ± 1,00	96,7 ± 1,56	532,30 ± 1,39
Moyenne	58,7 ± 4,5	812,5 ± 22,7	187,7 ± 22,70	22,2 ± 6,4	96,7 ± 28,15	512,05 ± 88,0

MS: matière sèche; MO: matière organique; MM: matière minérale; MG: matière grasse; MAT: matière azotée totale; CB: cellulose brute.

L'année 2010 est caractéristique par rapport aux autres. Les valeurs de l'ensemble des paramètres semblent plus élevées. Ils sont induits probablement par une année pluvieuse qui a permis une augmentation du volume de la masse foliaire d'où une matière sèche plus élevée.

Pour un même paramètre mesuré, les valeurs moyennes interannuelle présentent des écarts types importants allant de ± 1,39 jusqu'à ± 41,65 pour la cellulose brute. Ce qui a engendré un écart plus important au niveau des quatre années de l'ordre de ±88. De même que pour les autres paramètres les valeurs présentent une hétérogénéité assez forte tel que les MAT avec ± 9,87, ainsi que la matière organique et minérale avec ± 16,19. Durant toute la phase expérimentale les valeurs moyennes ont enregistré des écarts interannuelle de l'ordre de ± 28,15 pour les MAT et ±22,7 pour la MO et la MM, ces valeurs présentent une hétérogénéité moins forte que chez la CB. Ces écarts sont principalement causés par la grande hétérogénéité que connaît le milieu steppique où nous avons constaté une assez forte variabilité entre le rapport de la partie verte consommable et le bois de la touffe.

Les valeurs obtenues à partir de la composition chimique de *Salsola vermiculata* L. (tableau N° 08) figurent dans les normes de l'analyse végétale des plantes steppiques, avec des matières sèches qui oscillent entre 52,56 et 67,03%, les matières organiques entre 767 et 841,0 g/kg MS, les matières minérales 158,7 et 234 g/kg MS, les matières grasses 15 et 34,2 g/kg MS les matières azotées totales 46,7 et 153g/kg MS enfin les celluloses brutes entre 335,9 et 625 g/kg MS et ce durant les quatre

années de l'étude. Cette oscillation est attribuée surtout aux facteurs du milieu, climatiques surtout, sachant que pour l'année 2010 par rapport aux trois autres années, a été marquée par une pluviométrie plus abondante. Il en est de même pour les autres composants tels que l'azote qui enregistre des résultats meilleurs que les trois autres années. Comparativement à d'autres résultats obtenus sur la même espèce par **Boussaid et al., (2004)** : [ matières sèches 68,4%; matières organiques 752g/kg MS; matières minérales 208 g/kg MS; matières grasses 37 g/kg MS; matières azotées totales 109g/kg MS et la cellulose brute 344,6g/kg MS]. **Yakoub,(2006)** : [matières sèches 67,50 %; matières organiques 776,7 g/kg MS; matières minérales 258,7g/kg MS ; matières grasses 15,6g/kg MS; matières azotées totales 127,8g/kg MS et la cellulose brute 679g/kg MS] et par **Khernane, (2010)** : [ matières sèches 67,03%; matières organiques 841,12 g/kg MS; matières minérales 158,7g/kg MS ; matières grasses 34,2g/kg MS; matières azotées totales 46,7g/kg MS et la cellulose brute 335,g/kg MS]. Il apparaît que les valeurs moyennes qui en découle corroborent avec nos résultats, mis à part les taux de celluloses brutes rapportés par **Boussaid et al., (2004)** et **Khernane (2010)** qui s'avèrent plus faibles 344,6 g/kg MS et 335,g/kg MS contre 512,05 g/kg MS; de même que pour l'azote rapporté par **Kharnane (2010)** 46,7g/kg MS contre 97,7 g/kg MS cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs très probablement à la période de prélèvement qui correspond à un stade phénologique ainsi qu'aux facteurs liés à l'effet du milieu.

### 1.1. La digestibilité :

Globalement les valeurs moyennes de la digestibilité enzymatique de la matière sèche (DMS) et de la matière organique (DMO), la variation intra et interannuelle apparaît assez homogène avec des écarts types respectives  $\pm 5,12$  et  $\pm 3,18$ . La digestibilité de la matière organique constitue un très bon indicateur de la valeur nutritive d'un fourrage, l'analyse de cette dernière concernant *Salsola vermiculata L.* durant quatre saisons consécutives se résume dans le tableau N° 09

**Tableau N° 09: Digestibilité enzymatique de la MS et la MO *Salsola vermiculata L.***

Espèce	Digestibilité		DMS (%)	DMO (%)	MOD (g/kg MS)	MOND (g/kg MS)
	D. cell. MS (%)	D. cell. MO (%)				
<i>Printemps 2008</i>	38,2 $\pm$ 4,10	31,2 $\pm$ 3,9	41,7 $\pm$ 4,1	44,8 $\pm$ 4,3	364,1 $\pm$ 15,30	463,4 $\pm$ 20,44
<i>Printemps 2009</i>	43,30 $\pm$ 5,30	41,6 $\pm$ 4,8	51,0 $\pm$ 6,8	45,0 $\pm$ 3,8	395,7 $\pm$ 11,92	464,68 $\pm$ 20,95
<i>Printemps 2010</i>	34,9 $\pm$ 3,60	31,2 $\pm$ 3,2	31,0 $\pm$ 3,2	51,6 $\pm$ 4,8	376,3 $\pm$ 12,75	370,84 $\pm$ 20,8
<i>Printemps 2011</i>	38,8 $\pm$ 3,8	34,7 $\pm$ 2,9	41,2 $\pm$ 3,9	47,1 $\pm$ 4,13	382,4 $\pm$ 19,14	429,3 $\pm$ 21,26
<i>Moyenne</i>	<b>38,81<math>\pm</math>2,25</b>	<b>34,84<math>\pm</math>3,4</b>	<b>41,2<math>\pm</math>5.12</b>	<b>47,12<math>\pm</math>2,23</b>	<b>379,62<math>\pm</math>9,42</b>	<b>432,05<math>\pm</math>31,8</b>

D.cell : digestibilité cellulasique ; D.MS : digestibilité de la matière sèche ; DMO : digestibilité de la matière organique ; MOD : matière organique digestible ; MOND : matière organique non digestible

Les analyses de la digestibilité indiquent un taux plus intéressant durant l'année 2010 (51,62 %) ; par contre pour les autres années elles sont inférieures à 50 %, considérés comme des taux très acceptables pour des plantes steppiques. Comparativement aux résultats rapportée par **Yakoub, (2006)**

ayant enregistré une DMO de l'ordre 56,9% ainsi que **Serhene, (2008)** une DMO égal à 51,62% considérés comme relativement élevé par rapport à notre résultat ceci peut être attribué à l'effet stade phénologique ainsi qu'à l'effet milieu.

### 1.2. La valeur énergétique et azoté :

Caractérisées par des écarts types faibles, les valeurs moyennes intra et interannuelle sont homogènes durant toute la phase expérimentale. Par contre les valeurs moyennes interannuelles de matières azotées digestibles pour les années 2008,2010 et 2011 présentent un écart faible allant de  $\pm 1,17$  à  $\pm 1,56$  % considérées comme un groupe homogène. Contrairement à l'année 2009 où l'écart type et de l'ordre de  $\pm 17,4$ , induisant une hétérogénéité assez apparente. Ce qui a engendré un écart type assez important pour les quatre années de l'ordre de  $\pm 20,27$ . Cette fluctuation de ces valeurs nutritives peuvent être attribué à la composition des touffes très variable concernant le rapport partie verte /tige, associée à l'effet milieu (Tableau N°10).

**Tableau N° 10: Valeur nutritive de *Salsola vermiculata* L.**

Valeur nutritive Espèce	UF / kg MS	MAD (g/kg MS)
<i>Printemps 2008</i>	0,20 $\pm$ 0,06	45,9 $\pm$ 1,17
<i>Printemps 2009</i>	0,23 $\pm$ 0,08	106,3 $\pm$ 17,40
<i>Printemps 2010</i>	0,20 $\pm$ 0,05	58 $\pm$ 1,39
<i>Printemps 2011</i>	0,22 $\pm$ 0,06	78,7 $\pm$ 1,56
<i>Moyenne</i>	<b>0,21<math>\pm</math>0,02</b>	<b>72,2<math>\pm</math>20,27</b>

UF : unité fourragère ; MAD : matière azotée digestible.

D'un point de vue nutritionnel, le fourrage est apprécié par sa valeur énergétique ou azotée. Pour *Salsola vermiculata* L Cette valeur est en moyenne de 0,21 UF /kg MS (tableau N°10), malgré sa richesse en cellulose source d'énergie à partir des glucides, cette valeur énergétique confère une place moyenne pour cet espèce parmi les plantes steppiques. Considérée comme très proche des résultats rapportés par **Serhani (2008)** avec une valeur de 0,20 UF/Kg MS. Quant aux résultats cités par **Nadjraoui, (1981)**, plus élevée de l'ordre de 0,42 UF/kg MS la différence réside probablement dans les conditions du milieu et le stade de coupe.

### 1.3. Le couvert végétal :

Le couvert végétal peut être défini par le recouvrement c'est-à-dire le nombre de plante par unité de surface selon un transect linéaire et par la diversité qui est le nombre de différentes plantes par unité de surface, ainsi que la richesse qui est l'ensemble des variétés des plantes présentent par unité de surface. Les résultats enregistrés pour les trois paramètres sont globalement homogènes (tableau N°11).

Où les écarts types pour les valeurs moyennes des quatre années n'ont pas dépassé 1,8 pour le recouvrement global,  $\pm 1,25$  pour la richesse et  $\pm 0,16$  pour la diversité.

**Tableau N° 11 : Recouvrement global, richesse et diversité *Salsola vermiculata* L.**

Saisons	R.G (%)	Richesse totale	Diversité
<i>Printemps 2008</i>	82,00 $\pm$ 0,04	10,8 $\pm$ 1,14	2,38 $\pm$ 0,2
<i>Printemps 2009</i>	88,1 $\pm$ 0,01	11,6 $\pm$ 1,28	2,86 $\pm$ 0,24
<i>Printemps 2010</i>	83,0 $\pm$ 0,04	13,6 $\pm$ 0,99	2,66 $\pm$ 0,45
<i>Printemps 2011</i>	86,00 $\pm$ 0,03	9,2 $\pm$ 0,32	2,82 $\pm$ 0,38
<i>Moyenne</i>	<b>84,77 <math>\pm</math> 1,8</b>	<b>11,30 <math>\pm</math> 1,25</b>	<b>2,68 <math>\pm</math> 0,16</b>

Concernant le recouvrement la valeur moyenne obtenue est proche de celles rapportées par **serhene (2008)** 83% et **Khernene (2010)** 82,78% , mais plus élevé par rapport à celle évoquée par **l'observatoire des hautes plaines steppiques (2005)** 73% .

Les analyses de la diversité rapportée par **Noor (2006)** dans des réserves situées dans le nord de la Jordanie considérées comme des pâturages arides sont largement supérieurs à la région d'étude de l'ordre de 4,5. En revanche la richesse est plus intéressante pour les années 2009 et 2010 avec des richesses respectives de l'ordre de 11,6 et 13,6 traduisant des conditions climatiques favorables mises en évidence par une présence très significatives des plantes annuelles, associé à des plantes pérennes représentant un cortège floristique composé de *Salsola vermiculata*, *Raphanus raphanistrum*, *Stipa paviflora*, *Herodium murindium*, *Viscia sp*, *Plantago albican*, *Erodium moshatum*, *Poa bulbosa*, *Globularia alypum*, *Malva vulgaris*, *Calendula arvensis* etc...

#### 1.4. Rendement, indice biotique et productivité consommable :

Les caractéristiques réelles d'exploitations des parcours sont représentées par le tonnage de fourrages que peut mettre ces derniers à la disposition des animaux (tableau N°12).

**Tableau N° 12: Rendement en matière sèche(MS), indice d'efficacité biotique (IEB) et productivité consommable de *Salsola vermiculata* L.**

Saison	Rendement (kg MS/ha)	IEB	Productivité consommable (kg MS/ha)
<i>Printemps 2008</i>	845,4 $\pm$ 63,89	0,59 $\pm$ 0,05	498,78 $\pm$ 39,42
<i>Printemps 2009</i>	798,1 $\pm$ 119,52	0,64 $\pm$ 0,09	510,78 $\pm$ 11,58
<i>Printemps 2010</i>	904 $\pm$ 88,5	0,68 $\pm$ 0,04	614,72 $\pm$ 32,57
<i>Printemps 2011</i>	517,1 $\pm$ 56,14	0,69 $\pm$ 0,05	356,8 $\pm$ 37,14
<b>Moyenne</b>	<b>766,17<math>\pm</math>96,62</b>	<b>0.65<math>\pm</math>0,04</b>	<b>495,27<math>\pm</math>69,63</b>

En ce qui concerne les rendements, ils oscillent de 517,10kg MS /ha à 904,88kg MS/ha durant la phase expérimentale. La productivité consommable liée au rendement montre des fluctuations des écarts types intra et interannuelle assez important .En effet les écarts types par rapport à la moyenne pour les quatre années sont assez importantes varient de  $\pm 11,58$  à  $\pm 39,42\%$  .La fluctuation des moyennes présente un écart type proche de  $\pm 70$  .Ce qui montre une forte hétérogénéité des parcours. Ces résultats apparaissent lier positivement à la pluviométrie. La synthèse climatique relative aux précipitations montre une valeur de 262mm (Annexe N°28), permettant ainsi une productivité consommable pour l'année 2010 de l'ordre de 614,72 kg MS/ha. Par contre pour l'année 2011 une pluviométrie de 131mm n'a permis que 356,8 kg MS /ha. Il apparait une liaison positive entre le rendement et la pluviosité annuelle. En effet **Osman et al (2006)** pour un parcours de *Salsola vermiculata L.*, avec une pluviométrie annuelle de 134 mm ont enregistré des rendements de l'ordre de 103kg de MS/ha alors que pour une pluviométrie de 254 mm ils ont enregistré un rendement de 494 kg MS/ha.

#### 1.5. Calcul de l'indice spécifique :

Sur la base de l'hypothèse avancée stipulant que le volume de la touffe est corrélé avec la matière sèche(MS), nous avons jugé utile de calculer l'indice spécifique (Is) à partir des volumes des touffes (Tableau N°13). Nous rappelons que l'indice spécifique a été calculé à partir de la somme de toutes les notes divisée par le nombre total des touffes (voir annexe 1, 2, 3,4).

**Tableau N° 13: Indices spécifiques en fonction des volumes**

Saisons	Nombre de touffes global	Note globale des touffes	Indice spécifique
<i>Printemps 2008</i>	80	130	1,62
<i>Printemps 2009</i>	80	141	1,76
<i>Printemps 2010</i>	80	182	2,27
<i>Printemps 2011</i>	80	87	1,08

Il s'avère que l'indice spécifique suit la même tendance que la valeur des volumes des touffes .Il est lié positivement à ces derniers, permettant d'inscrire un bon score pour la valeur pastorale. Nous constatons aussi que pour une pluviométrie de 262 mm en 2010 nous avons enregistré un indice de l'ordre de 2,27 contrairement pour l'année 2011 ou nous avons seulement enregistré un indice égal à 1,08 pour une pluviométrie de 131mm. Ce qui dénote que l'effet de la pluviométrie agit positivement sur le volume de la touffe, par transivité sur la quantité de la matière sèche.

### 1.6. La valeur pastorale de *Salsola vermiculata* L:

Les lectures effectuées afin de déterminer la contribution spécifique pour le calcul de la valeur pastorale (tableau N°14) sont au nombre de 1 000 lectures pour les cinq stations pour chaque année. Les valeurs pastorales sont calculées à partir des contributions spécifiques, des taux de recouvrements ainsi que des indices spécifiques.

**Tableau N° 14: Valeur pastorale de *Salsola vermiculata* L.**

saison	Recouvrement %	Csi	Is	K = 0,1	Vpi
<i>Printemps 2008</i>	82,00±0,04	49,3±1,83	1,62	0,1	6,54±0,31
<i>Printemps 2009</i>	88,10±0,01	44,9±0,69	1,76	0,1	6,95±0,05
<i>Printemps 2010</i>	83,00±0,04	50,0±3,25	2,27	0,1	9,42±0,35
<i>Printemps 2011</i>	86,00±0,03	42,6±3,25	1,08	0,1	3,95±0,25
<b>Moyenne</b>	<b>84,77± 1,8</b>	<b>46,7±2,95</b>	<b>1,68±0,33</b>	<b>0,1</b>	<b>6,71±1,47</b>

A travers les écarts types intra ou interannuelle qui varie de  $\pm 0,25$  jusqu'  $\pm 0,50$  pour les valeurs pastorales moyennes, montrent qu'elles sont homogènes. Il en est de même pour les autres paramètres de mesures.

Les résultats obtenus des valeurs pastorales sont représentées par des notes ou scores qu'on utilisera pour une exploitation directe d'un parcours donné. Les résultats rapportés par **Outat, (2004)** sur deux années d'expérimentation, il enregistre des valeurs proches de nos résultats de l'ordre de 5,3. Par contre, les résultats établis par le rapport final de l'observatoire des hautes plaines steppiques en 2005 sur les potentialités des parcours à Naâma donnent une valeur pastorale (VP) de l'ordre de 11. Cette supériorité par rapport à nos résultats est attribuée aux conditions du milieu et particulièrement la pluviométrie.

### 1.7. La productivité pastorale :

La productivité pastorale montre des fluctuations des écarts intra et interannuelle assez faibles pour les quatre années avec un écart moyen de l'ordre de  $\pm 11,46$  engendrant ainsi une productivité pastorale plus ou moins homogène de l'ordre de 104,78 UF /ha/saison.

La productivité pastorale est calculée sur la base des rendements et de la valeur fourragère. Nous avons enregistré des productivités pastorales fluctuant entre 122,94 UF /ha et 78,98 UF/ha (Tableau 15). Encore une fois l'année 2010 s'est distinguée par rapport aux autres saisons et ce par une productivité de 122,94 UF/ha (tableau N°15)

Tableau N° 15: Productivité pastorale de *Salsola vermiculata* L.

Stations	Productivité consommable (kg/ha)	UF g/Kg MS	Productivité pastorale (UF/ha)
<i>Printemps 2008</i>	498,78±39,42	0,20±0,06	99,75±8,28
<i>Printemps 2009</i>	510,78±11,46	0,23±0,08	117,47±2,40
<i>Printemps 2010</i>	614,72 ±32,57	0,20±0,05	122,94 ±12,11
<i>Printemps 2011</i>	359,0±37,14	0,22±0,06	78,98±7,79
<b>Moyenne</b>	<b>495,27±57,44</b>	<b>0,21±0,02</b>	<b>104,78±11,46</b>

Comparativement, aux résultats d'Outat, (2004) enregistrant une productivité pastorale (PP) moyenne de l'ordre de 95 UF/ha sont considérés comme plus ou moins proches de nos résultats. Contrairement aux résultats rapportés par Serhene (2008) enregistrant une PP moyenne de 135,86 UF/ha supérieur à nos résultats. Cette variabilité peut être attribuée aux effets du milieu.

### 1.8. La charge animale :

Les valeurs moyennes intra et inter annuelle présentent des écarts types très faibles engendrant une production pastorale plus ou moins homogène, nous constatons bien qu'à partir des écarts types faibles. Il apparait que la charge animale est plus ou moins homogène durant toute la phase expérimentale avec un écart type de l'ordre de ±0,14.

La charge animale dans la région de Dermoune dans un parcours à dominance de *Salsola vermiculata* L. oscille entre 0,71 et 1,11 UO/ha durant la période 2008-2011 (tableau N°16). L'année 2011 s'est caractérisée par une charge animale plus faible, cela est rattaché à la faible productivité pastorale enregistrée durant la même année.

Tableau N°16 : charge à l'hectare parcours *Salsola vermiculata*L.

Station	Productivité pastorale (UF)/ha	Besoin d'une brebis et sa suite/saison (UF)	Charge UO/ha/saison
<b>Printemps2008</b>	99,75±8,28	110	0,90±0,02
<b>Printemps2009</b>	117,47±2,40	110	1,06±0,02
<b>Printemps2010</b>	122,94 ±12,11	110	1,11±0,02
<b>Printemps2011</b>	78,98±7,79	110	0,71±0,03
<b>moyenne</b>	<b>104,78±11,46</b>	<b>110</b>	<b>0,94±0,14</b>

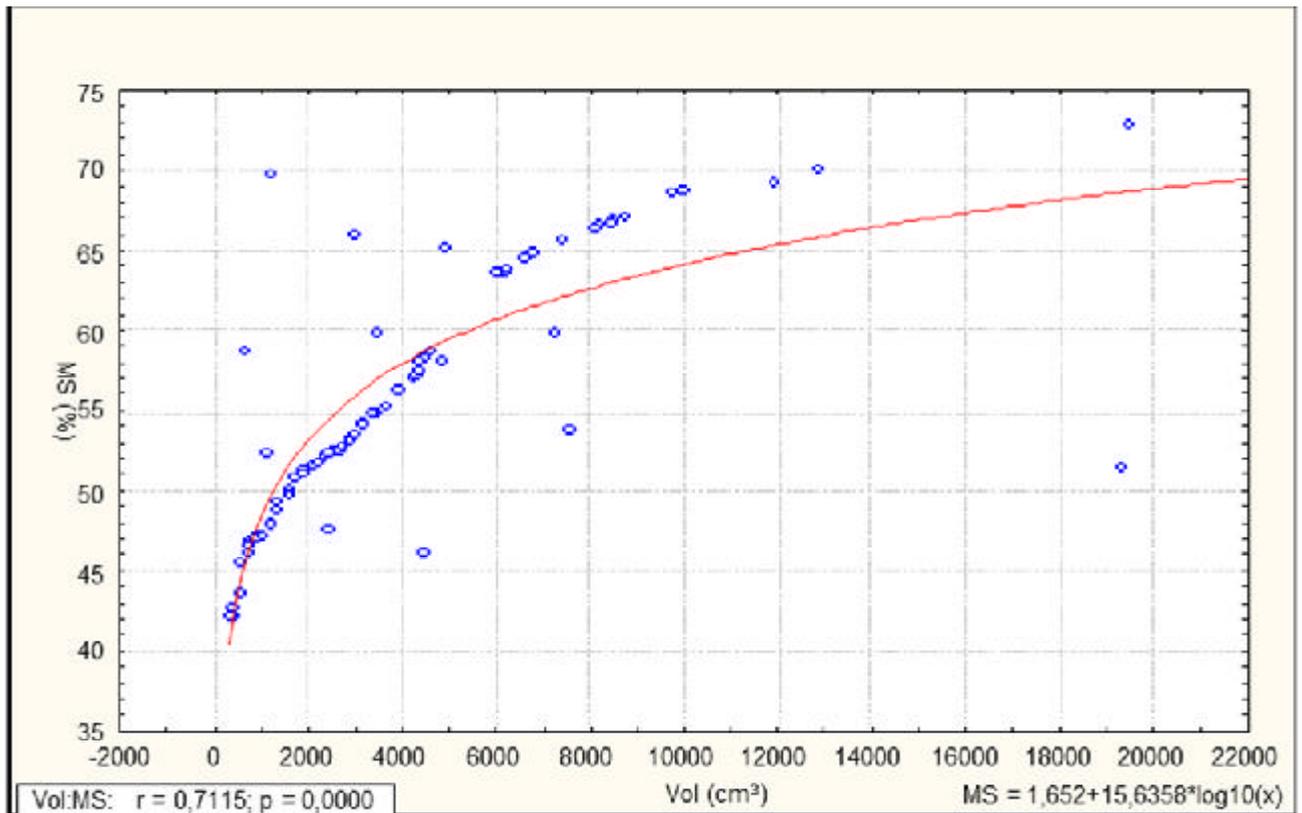
Comparativement aux résultats relatifs à la charge animale rapportée par Serhene (2008) et Khernane (2010) respectivement 1,3UO/ha et 0,99UO/ha, sont considérés plus ou moins proche de nos résultats. On peut conclure que les parcours steppiques dans la région de Dermoune peuvent supporter

jusqu'à 1,11 unité ovine comme charge animale durant une saison printanière ayant reçue au moins 262 mm.

### 1.9. La corrélation volume / matière sèche :

Comme il a été démontré que le volume et la matière sèche sont corrélés avec  $r^2=0,71$  (pour l'année 2008) figure N°8 ;  $r^2=0,76$  (pour l'année 2009) figure N°9,  $r^2=0,89$  (pour l'année 2010) figure N° 10 et  $r^2=0,73$  (pour l'année 2011) figure N° 11. La corrélation entre le volume et la matière sèche varie globalement pour les quatre années dans un intervalle de 0,71 à 0,89. Ces valeurs qui montrent une très bonne liaison confirment les travaux d'Abdulaziz, (1996) qui rapporte que la biomasse végétale était significativement corrélée à la hauteur ainsi qu'au diamètre de la plante représentée dans notre cas par le volume de touffes.

**Figure 08: corrélation Volume / Matière sèche, *Salsola vermiculata* L. Printemps (2008)**



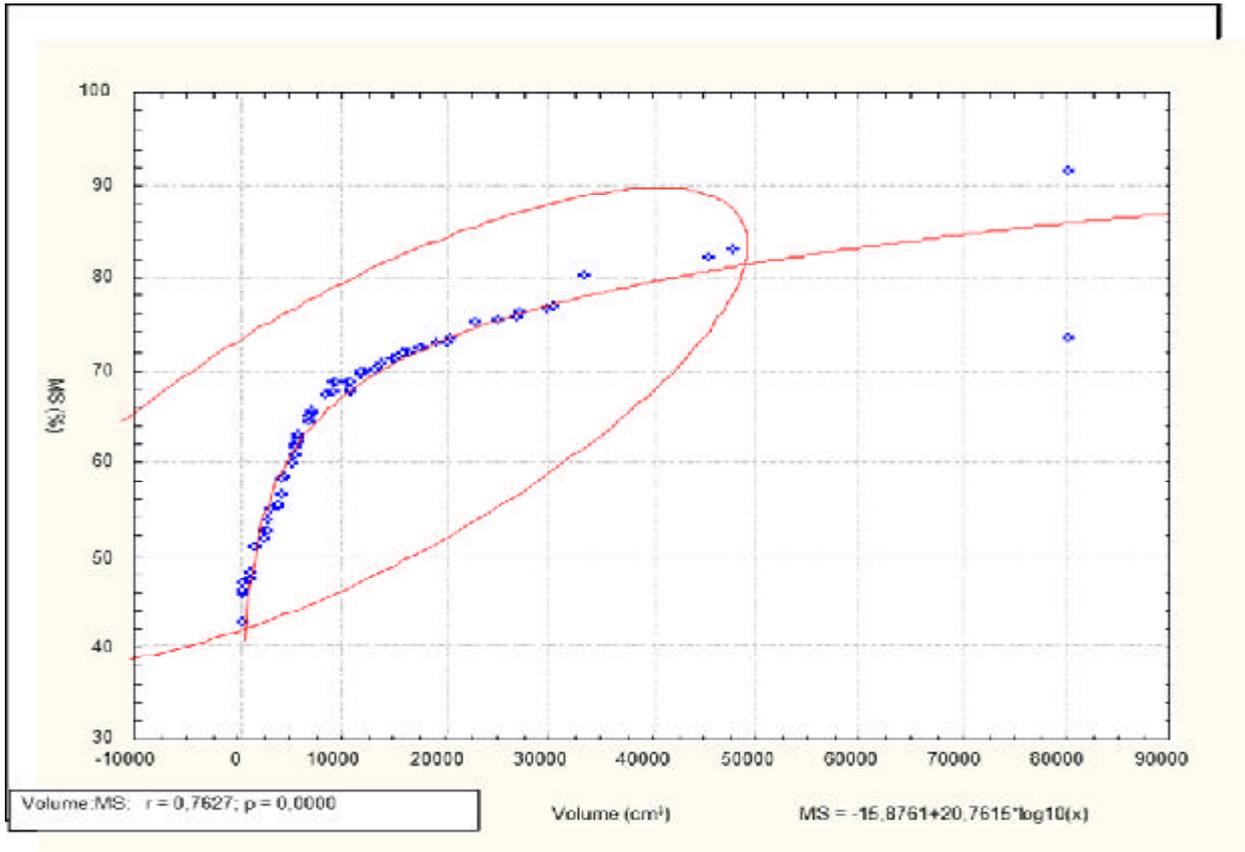


Figure 09: corrélation Volume / Matière sèche, *Salsola vermiculata* L. Printemps (2009)

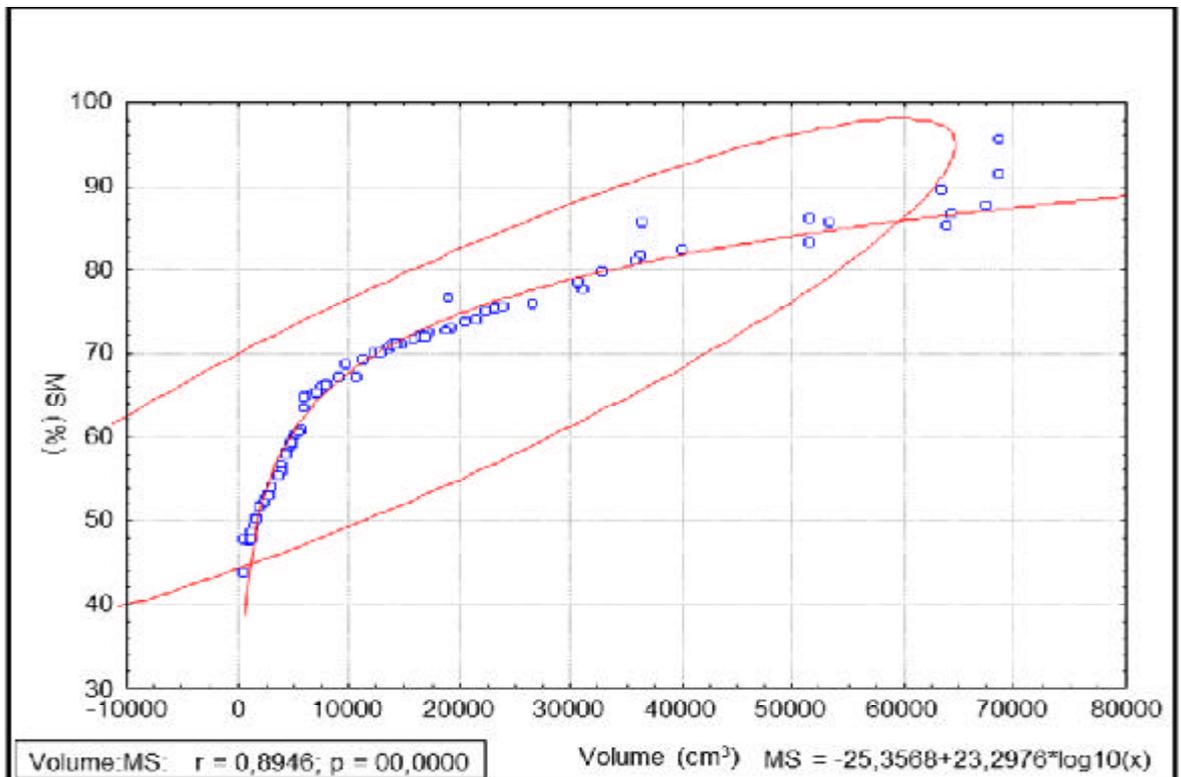
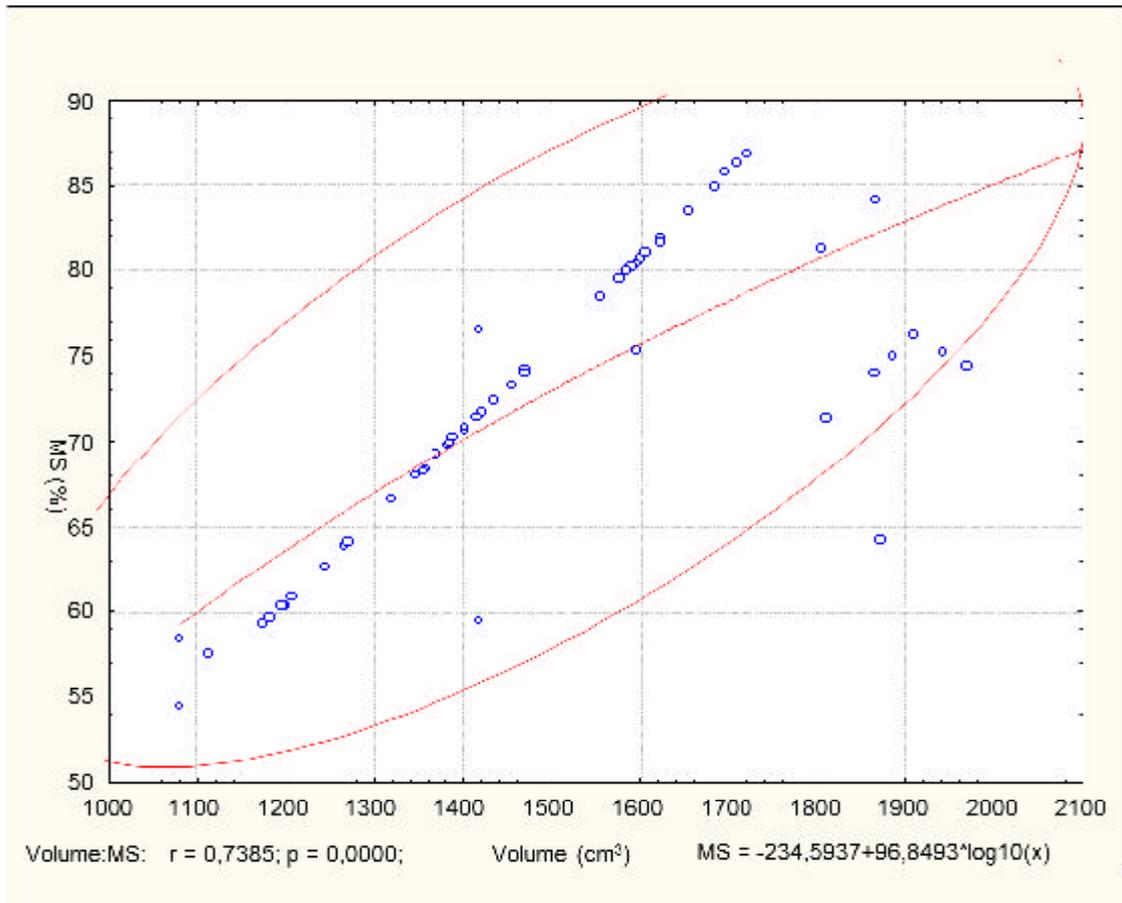


Figure 10: corrélation Volume / Matière sèche, *Salsola vermiculata* L. Printemps (2010)



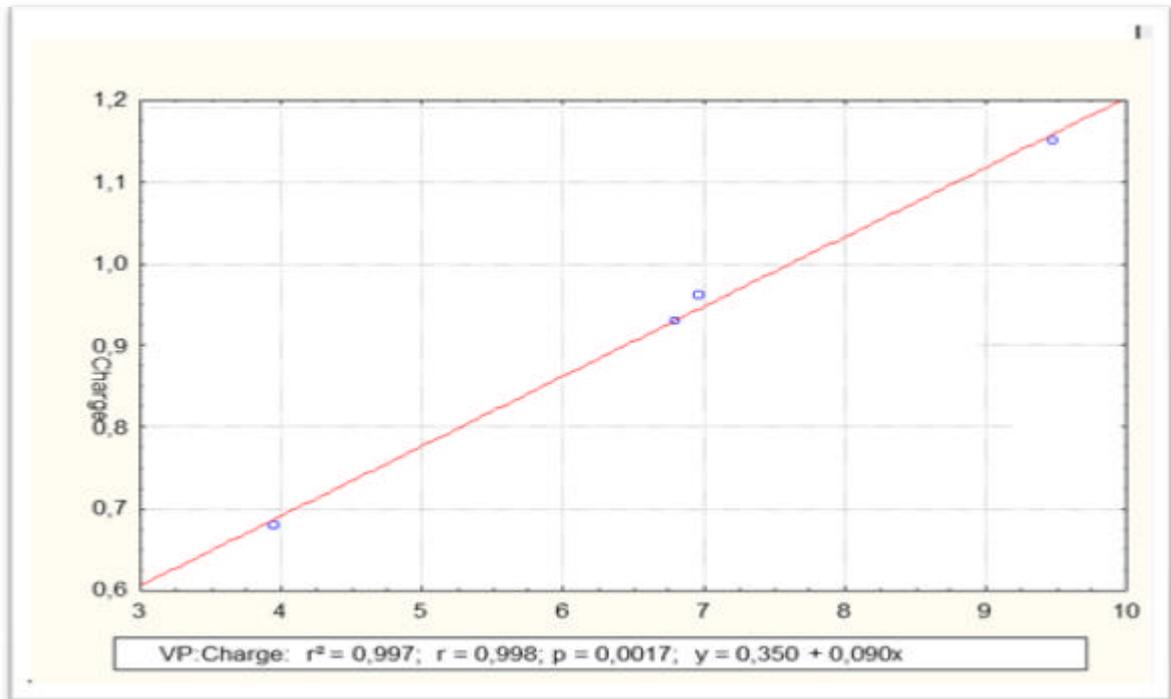
**Figure 11: corrélation Volume / Matière sèche, *Salsola vermiculata* L. Printemps (2011)**

L'équation qui lie le volume à la matière sèche se caractérise par un coefficient de corrélation supérieure à 0,71 pour l'ensemble des années considérées. Les figures N° 08, N°09 et N°10 montrent en effet une liaison positive entre les deux paramètres analysés. Les courbes semblent suivre une tendance logarithmique. Par contre la courbe N° 11 semble suivre une tendance linéaire.

Ces corrélations permettent d'avancer que les valeurs pastorales (VP) sont en relation avec les volumes des touffes (fonction de l'indice spécifique) si ces derniers sont importants ; La valeur pastorale (VP) à son tour enregistrera un bon score, qui est tributaire de la pluviométrie de l'année. C'est ainsi que durant l'année 2010 la corrélation entre le volume de la touffe et la MS a été très significative, ( $r^2=0,89$  figure N°10) confirmant ainsi l'hypothèse avancée en introduction.

### 1.10. La corrélation valeur pastorale/charge :

L'analyse démontre bien qu'il existe une très forte corrélation entre la valeur pastorale (VP) et la charge par hectare  $r^2 = 0,99$  (Figure N° 12).

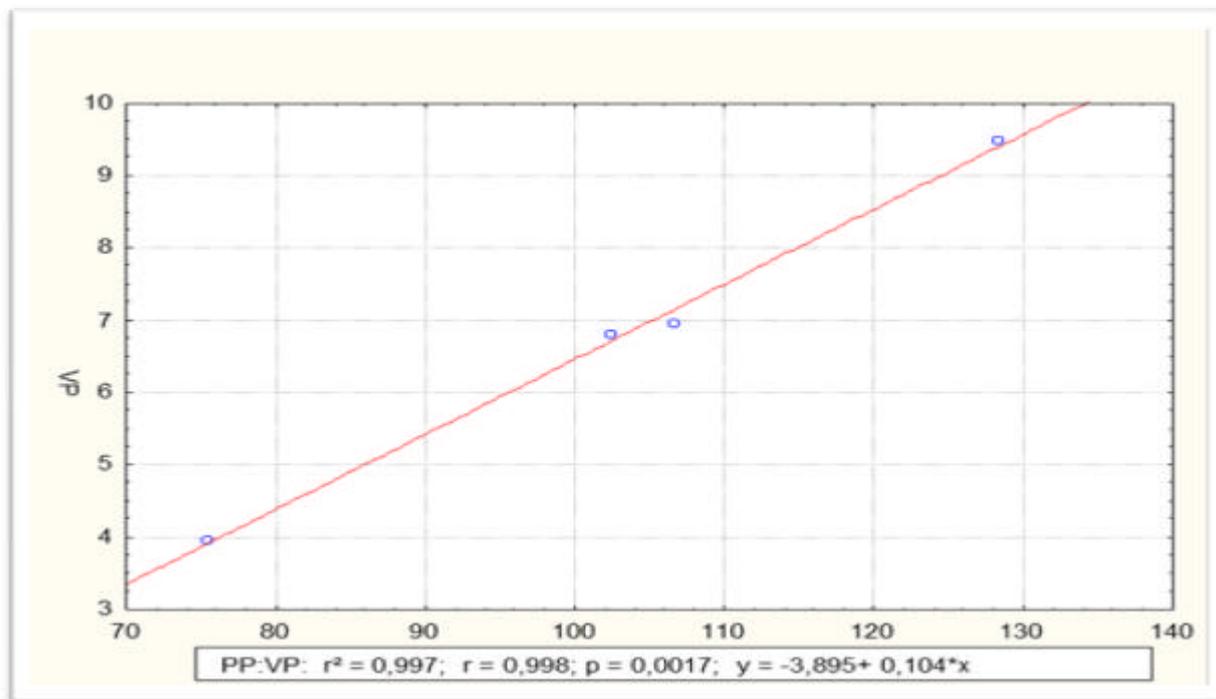


**Fig N° 12 : corrélation valeur pastorale (VP)/charge par hectare *Salsola vermiculat L.* (2008/2011)**

De même que pour la relation assez forte entre le volume et la matière sèche, la valeur pastorale montre aussi une forte liaison avec la charge à l'hectare figure N° 12. Cette relation est exprimée par le coefficient de corrélation qui approche l'unité (0,99) pour l'ensemble des années. Nous déduisons donc que sur le plan pratique nous pouvons extrapoler la charge par hectare d'un parcours à partir de sa valeur pastorale on cite comme exemple le cas de la zone de Dermoune [charge(UO)=0,350+0,090 VP]. Donc on vient de démontrer qu'il est possible qu'à partir d'une valeur pastorale, il est possible de calculer la charge par hectare sans connaître la valeur nutritive d'une plante pastorale.

### 1.11. La corrélation production pastorale /valeur pastorale :

Nous avons jugé utile pour une confirmation supplémentaire de calculer la corrélation productivité pastorale / valeur pastorale où nous avons enregistré une forte corrélation ( $r=0,99$ ).



**Figure N°13: Corrélation productivité pastorale(VP)/valeur pastorale (PP)  $r^2=0,99$**

Cette forte corrélation à travers l'équation de régression ( $y= -3,895+0,104 x$ ) figure N°13, nous indique encore une fois que pour une productivité pastorale calculée, nous avons obtenu une valeur pastorale, [valeur pastorale=  $-3,895+0,104 x$  productivité pastorale] correspondant tous deux à une même charge (tableau N° 17). A partir de là il est possible de confirmer qu'il existe une logique de correspondance entre la VP et la PP ainsi que la charge à l'hectare.

**Tableau N° 17 : Résultats de la valeur pastorale, de la productivité**

#### Pastorale et de la charge par hectare (*sasola vermiculata L.*)

Année	Valeur pastorale	Productivité pastorale	Charge (UO/ha)
2008	6,54±0,31	99,75±8,28	0,90±0,01
2009	6,9±0,05	117,47±2,40	1,06±0,01
2010	9,42±0,35	122,94±12,11	1,11±0,02
2011	3,9±0,25	78,98±7,79	0,71±0,03
<b>Moyenne</b>	<b>6,71±1,4</b>	<b>104,78±11,46</b>	<b>0,94±0,14</b>

UO : Unité Ovine

Si on établit une relation de correspondance entre ces valeurs telle que la règle de trois on peut constater que la différence entre ces valeurs n'a pas dépassé 0,25 unité ovine, ce qui est considéré comme une valeur très acceptable vis-à-vis de l'objectif de notre travail ainsi que l'hétérogénéité du milieu. Les différentes études réalisées sur les steppes dégradées (CRBT, 1978; Nadjraoui, 1981; Le

**Houerou, 1985; Aidoud, 1989 ; Kacimi, 1996)** ont montré que les parcours sont fortement dégradés et que la charge effective oscille entre 0,78 UO/ha et 0,76 UO/ha qui reste légèrement inférieur à la moyenne. Cette différence pourrait être attribuée à l'effet du milieu (climat, sol) et au degré de dégradation moins accentué des parcours de la région de Tébessa.

## 2. Composition chimique d'Artémisia herba-alba Asso.

Les échantillons prélevés ont subi les mêmes traitements avec lesquelles ils ont été traités avec les échantillons de la première espèce. Les analyses sont réalisées dans les mêmes conditions

**Tableau N° 18 : Composition chimique d'Artémisia herba-alba Asso.**

Composition	MS (%)	MO	MM	MG	MAT	CB
Stations		(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)
<b>Printemps 2008</b>	82,97±1,46	898,39±2,53	101,61±2,53	15,08±0,37	118,4±1,76	486,28±0,84
<b>Printemps 2009</b>	83,28±0,87	907,57±1,12	92,43±1,12	35,32±0,93	145,6±0,66	577,80±37,13
<b>Printemps 2010</b>	71,13±2,26	897,40±5,60	102,60±5,60	40,42±1,59	132,0±1,27	535,30±30,60
<b>Printemps 2011</b>	81,99±1,87	892,19±2,79	107,15±3,66	39,47±0,87	127,2±0,62	488,00±5,47
<b>moyenne</b>	<b>79,84±4,82</b>	<b>898,89±4,34</b>	<b>100,95±4,26</b>	<b>32,57±8,75</b>	<b>130,80±8,03</b>	<b>521,85±34,71</b>

MS: matière sèche; MO: matière organique; MM: matière minérale; MG: matière grasse; MAT: matière azotée totale; CB: cellulose brute.

Contrairement à *Salsola vermiculata* c'est l'année 2009 qui s'est distinguée par une légère supériorité pour l'ensemble de paramètres. On a pu constater qu'à part la cellulose brute, le reste des paramètres sont assez homogènes vu que les écarts moyens n'ont pas dépassé la valeur de  $\pm 8,75$ . Par contre les valeurs moyennes intra et interannuelle pour la cellulose brute présentent des écarts types importants allant de  $\pm 0,84$  jusqu'à  $\pm 30,60$ ; Permettant ainsi un écart moyen pour les quatre années de l'ordre de  $\pm 34,71$ . Cette fluctuation peut être attribuée au disproportionnement entre la partie verte et celle des tiges parmi les touffes prélevées dans la zone d'étude marquée par une forte hétérogénéité.

Les résultats obtenus à partir de la composition chimique de l'Armoise montrent, une matière sèche de l'ordre de 83,28% printemps 2009, considérée comme la plus importante. Par contre la saison printanière 2010 a enregistré seulement 71,13% de matière sèche. Une matière organique de l'ordre de 907,57g/kg MS pour le printemps 2009 contre 892,19g/kg MS durant le printemps 2011. contrairement pour la matière minérale la saison 2011 a enregistré 107,15g/kg MS contre seulement 92,43g/kg MS pour la saison 2009. La matière grasse a enregistré 40,42g/kg MS printemps 2008 contre seulement 15,08g/kg MS durant la saison 2008. Pour l'azote et la cellulose brute, encore une fois la saison printanière (2009) s'est distinguée par des quantités respectives 145,6g/kg MS et 577,8g/kg MS contre 118,4g/kg MS et 486,28 g/kg MS pour l'année 2008 (Tableau N°18). Cette variation interannuelle enregistrée par rapport aux différents éléments de la composition chimique pourrait être attribuée aux facteurs du milieu en particulier climatiques qui restent les seuls facteurs variables durant la phase expérimentale.

Malgré que l'année 2010 soit marquée par une pluviométrie plus abondante l'Armoise n'a enregistré que 71,13% de matière sèche (MS) par rapport aux autres années, l'Artémisia a réagi moins fortement comparativement à la Salsola. Le phénomène pourrait être le fait que l'armoise entre en activité physiologique durant l'automne (Aidoud et al 1997).

Les résultats obtenus corroborent avec ceux rapportés par divers auteurs. En effet **Ben M'hamed (1990)** trouve 883g/kg MS pour la matière organique ; 117g/kg MS pour la matière minérale ; 41g/kg MS pour la matière grasse ;141g/kg MS pour les matières azotées et 344g/kg MS pour la cellulose brute ;ainsi que **Hegain, (2009)** qui rapporte 894,12g/kg MS pour MO; 101,7g/kg MS pour MM; 31,52g/kg MS pour MG; 115,8g/kg MS pour MAT et 328,2g/kg MS pour la cellulose brute. Exception faite, pour la cellulose brute relativement plus élevée, dans notre situation le reste des composants chimiques sont très comparables, (521,85 g/kg MS VS 344 et 328,2g/kg MS). Cette différence pourrait être au stade phénologique de l'armoise et aux facteurs du milieu.

### 2.1. La digestibilité :

Dans le tableau N°19 sont rapportés les paramètres de la digestibilité relative à la matière sèche ainsi que la matière organique dans le but d'évaluer la valeur nutritive de l'Armoise

**Tableau N°19 : Digestibilité enzymatique de la MS et la MO *Artémisia herba-alba* Asso.**

Digestibilité	D. cell.	D. cell.	DMS(%)	DMO	MOD	MOND
Espèce	MS(%)	MO(%)		(%)	(g/kg MS)	(g/kg MS)
<i>Printemps 2008</i>	40,47±5,10	35,18±7,02	43,16±7,02	46,68±4,37	537,30±21,24	398,88±20,64
<i>Printemps 2009</i>	32,29±6,3	34,07±6,79	39,62±6,79	44,88±4,20	553,80±20,94	421,08±20,95
<i>Printemps 2010</i>	34,83±6,7	32,57±6,5	40,04±6,5	45,7±4,28	540,30±21,4	387,50±20,8
<i>Printemps 2011</i>	33,51±5,88	33,80±6,74	39,13±6,74	44,19±4,13	485,40±20,76	324,60±21,26
<i>Moyenne</i>	<b>35,27±2,59</b>	<b>33,90±0,72</b>	<b>40,48±1,33</b>	<b>45,36±0,82</b>	<b>529,20±21,90</b>	<b>383,01±29,20</b>

D.cell : digestibilité cellulosique ; D.MS : digestibilité de la matière sèche ; DMO : digestibilité de la matière organique ; MOD : matière organique digestible ; MOND : matière organique non digestible

La variation interannuelle de la digestibilité enzymatique de la matière sèche (DMS) et de la matière organique (DMO) apparait homogène avec des écarts types respectives ±1,33 et ±0,82.

La digestibilité de la matière organique (DMO) enregistrée lors de la phase expérimentale n'a pas dépassé les 50% atteignant même des niveaux inférieurs 44,19% pour l'année 2011 entraînant ainsi de faible valeur fourragère. Comparativement aux résultats rapportés par **Hagain, (2009)** et **Bechtella, (2013)** ayant enregistrés respectivement 46,73% et 45,85% corroborent avec nos résultats.

## 2.2. La valeur énergétique et azoté :

**Tableau N°20: Valeur nutritive d'*Artélisia herba-alba* Asso.**

Valeur nutritive Espèce	UF / kg MS	MAD (g/kg MS)
<i>Printemps 2008</i>	0,45±0,11	54,46±1,58
<i>Printemps 2009</i>	0,46±0,13	55,92±1,18
<i>Printemps 2010</i>	0,47±0,12	59,4±1,54
<i>Printemps 2011</i>	0,44±0,10	51,27±1,36
<b>Moyenne</b>	<b>0,45±0,01</b>	<b>55,26±2,39</b>

UF : unité fourragère ; MAD : matière azotée digestible.

Les valeurs énergétiques (UF) et azotée (MAD) intra et interannuelle, apparaissent très homogène avec des écarts type respectifs  $\pm 0,01$  et  $\pm 2,39$ .

La valeur fourragère de la zone d'étude oscille entre 0,44 et 0,47 UF (tableau N°20) comparativement aux résultats rapportés par **Ben M'hamed, (1990)** 0,59 UF et **Nadjaoui, (1981)** 0,45 à 0,70 UF. Nos résultats s'avèrent proches à ces derniers, par supérieurs à ceux rapporté par **Behctella, (2013)** 0,34 UF. Cette différence peut s'expliquer par l'effet saison ainsi que le stade physiologique de la plante, ayant une action directe sur la DMO (plus elle est importante plus le végétal est énergétique). Concernant la matière azotée digestible les valeurs obtenues restent relativement homogènes pour l'ensemble des années et elles sont proches à ceux rapporté par **Bouchtella, (2013)** 58,63 g/kg MS.

## 2.3. Le couvert végétal :

La variation intra et inter annuelle des paramètres du couvert végétal apparait très homogène avec des écart-type moyen qui oscillent entre  $\pm 0,11$  et  $\pm 0,95$ .

La lecture linéaire fait ressortir un recouvrement global moyen avec un taux de 81,28%, une richesse totale moyenne égale à 11,45 ainsi qu'une diversité moyenne de l'ordre de 2 (tableau N°21).

**Tableau N°21: Recouvrement global, richesse et diversité d'*Artémisia herba-alba*L.**

Saisons	R.G (%)	Richesse totale	Diversité
<i>Printemps 2008</i>	81,50%	11,8±0,32	1,77±0,61
<i>Printemps 2009</i>	83,10%	10,06±1,68	2,14±0,51
<i>Printemps 2010</i>	80,40%	13,4±1,2	2,03±0,44
<i>Printemps 2011</i>	80,10%	10,4±0,88	2,09±0,32
<b>Moyenne</b>	<b>81,28 ± 0,01</b>	<b>11,45 ± 0,95</b>	<b>2,00 ± 0,11</b>

La caractérisation phytoécologique a mis en évidence les indicateurs suivants :

- Un taux de recouvrement moyen de l'ordre de 81,28% Considéré comme un taux appréciable dans la zone steppique vu le déficit hydrique que connaît la région.

- La richesse moyenne est de l'ordre 11,45 Malheureusement cette richesse est indexé beaucoup plus par des annuelles que par des pérennes où on retrouve *Malva vulgaris*, *asphodelus microcarous* *Anabasis articulata* *Poa bulbosa*, *Marube*, *Raphanus raphanistrum*, *Stipa parviflora* *Paganum harmala*, etc... dont la présence dénote d'un stade de dégradation avancé des ressources pastorales. D'où le faible taux moyen de la diversité de l'ordre de 2,00.

#### 2.4. Rendement, indice biotique, productivité consommable :

La fluctuation intra et interannuelle des valeurs moyennes des rendements et des productivités consommables semblent très hétérogènes .Ces écarts sont principalement causés par la grande hétérogénéité que connaît le milieu. Elles enregistrent des écarts types assez fort, respectivement  $\pm 27,41$  et  $\pm 42,52$ , indiquant ainsi la forte hétérogénéité de la zone d'étude.

La valeur nutritionnelle d'un parcours ne s'estime pas réellement par son rendement en tant que valeur brute exprimé en kg/ha (tableau N° 22) mais plutôt par la quantité que peut être consommé réellement par les animaux appelée productivité consommable. Avec un indice d'efficacité biotique moyen de l'ordre de 0,70 les parcours d'Artémisia mis en défens mettent à la disposition des animaux un tonnage appréciable pour la consommation 845kg MS/ha.

**Tableau N°22 : Rendement en matière sèche (MS), indice d'efficacité biotique**

**(IEB) et productivité consommable d'*Artémisia herba-alba* Asso.**

Saison	Rendement (kg MS/ha)	IEB	Productivité consommable (kg MS/ha)
<i>Printemps 2008</i>	1160,20 $\pm$ 44,27	0,66 $\pm$ 0,03	765,73 $\pm$ 38,15
<i>Printemps 2009</i>	1260,13 $\pm$ 56,44	0,71 $\pm$ 0,02	894,99 $\pm$ 63,43
<i>Printemps 2010</i>	1224,70 $\pm$ 90,73	0,72 $\pm$ 0,02	881,78 $\pm$ 59,82
<i>Printemps 2011</i>	1215,01 $\pm$ 48,95	0,69 $\pm$ 0,02	838,68 $\pm$ 31,60
<b>Moyenne</b>	<b>1215,01<math>\pm</math>27,41</b>	<b>0,69<math>\pm</math>0,02</b>	<b>845,29<math>\pm</math>42,52</b>

Les rendements oscillent entre 1160,20 et 1260,13 kg MS/ha durant toute la période de l'expérimentation. Comparativement aux résultats rapporté par **Aidoud, (1989)** qui sont de l'ordre de 1000kg MS /ha et ceux de **Hagain, (2009)**, de l'ordre de 1344kg MS/ha, nos résultats sont proches de ceux rapportés par ces auteurs. On peut conclure qu'une pluviométrie moyenne de 262 mm bien répartie le long de l'année permet une productivité consommable moyenne de l'ordre de 845,68 $\pm$ 42,29 kg MS/ha.

### 2.5. L'indice spécifique :

Indice spécifique se comporte de la même manière pour les deux espèces étudiées constitue un indicateur de qualité du végétal et est très corrélé à la matière sèche suit la même tendance que cette dernière (tableau N°23).

**Tableau N°23: Indices spécifiques en fonction des volumes**

Saisons	Nombre global de touffes	Note global des touffes	Indice spécifique
<i>Printemps 2008</i>	80	305	3,81
<i>Printemps 2009</i>	80	250	3,12
<i>Printemps 2010</i>	80	313	3,91
<i>Printemps 2011</i>	80	268	3,35

Nous constatons aussi que pour une pluviométrie de 262mm en 2010 nous avons enregistré un indice de l'ordre de 3,91. Ce qui dénote que l'effet climatique (pluviométrie) agit directement sur le volume de la touffe, par transitivité sur la quantité de la matière sèche.

### 2.6. La valeur pastorale de l'Armoise :

Le calcul de la valeur pastorale réside dans la combinaison de trois paramètres le recouvrement, la contribution et enfin l'indice spécifique qui n'est plus empirique (tableau N°24).

**Tableau N°24 : Valeur pastorale d'*Artémisia herba-alba* Asso.**

saison	Recouvrement %	Csi	Is	K = 0,1	Vpi
<i>Printemps 2008</i>	81,5 ± 5,33	37,83 ± 2,89	3,81	0,1	11,74 ± 0,68
<i>Printemps 2009</i>	83,10 ± 1,29	46,40 ± 2,86	3,12	0,1	12,03 ± 0,64
<i>Printemps 2010</i>	80,40 ± 4,29	38,86 ± 0,30	3,91	0,1	12,21 ± 0,70
<i>Printemps 2011</i>	80,10 ± 3,09	41,60 ± 1,85	3,35	0,1	11,16 ± 0,38
<b>Moyenne</b>	<b>81,28 ± 1,02</b>	<b>41,17 ± 2,82</b>	<b>3,54 ± 0,32</b>	<b>0,1</b>	<b>11,78 ± 0,33</b>

Les valeurs pastorales enregistrent des écarts types, soit intra ou interannuelle, très faible allant de ±0,38 jusqu'à ± 0,70, engendrant un écart type pour les quatre années de l'ordre de ± 0,33. Représentant ainsi des valeurs moyennes homogènes, pour des parcours à dominance *Artémisia* dans la région de Fedjoucif

Les valeurs pastorales oscillent entre 11,16 et 12,21. Considérés comme un score ou une note d'appréciation qui servira à déterminer la charge adéquate pour un parcours. Comparativement aux résultats rapportés par **Outat (2004)** une valeur pastorale (VP)=14 pour des plantes ligneuses palatables telle que *l'Artémisia herba-alba*, ainsi que l'observatoire des zones steppiques (2005) dans la région de Naâma enregistre une valeur pastorale (VP)=13; cette supériorité étant attribuée surtout aux conditions climatiques. Par contre **Aidoud, (1989)** pour un parcours pastorale dans le sud oranais à dominance d'armoïse avait enregistré une valeur pastorale de l'ordre de 7,2 cette différence pourrait être attribuée à l'effet du milieu et en particulier le climat.

### 2.7. La productivité pastorale de L'Armoise :

La productivité pastorale repose sur la quantité réellement utilisée par l'animal, d'où la notion de productivité consommable, en plus de l'aspect qualitatif du végétal représenté ici par sa valeur fourragère exprimée en (UF) (tableau N°25)

**Tableau N° 25 : Productivité pastorale d'*Artémisia herba-alba* Asso.**

Stations	Productivité consommable (kgMS/ha)	UF /Kg MS	Productivité pastorale (UF/ha)
<i>Printemps 2008</i>	765,73 ±38,15	0,45±0,01	344,57 ±9,56
<i>Printemps 2009</i>	894,99 ±63,43	0,45±0,01	402,74 ±15,86
<i>Printemps 2010</i>	881,78 ±59,82	0,45±0,01	396,80 ±14,96
<i>Printemps 2011</i>	838,69 ±31,56	0,45±0,01	377,41 ±7,89
<b>Moyenne</b>	<b>845,68±42,52</b>	<b>0,45±0,01</b>	<b>380,38±19,32</b>

La productivité pastorale semble être assez hétérogène durant toute la phase expérimentale enregistrant des écarts types oscillant entre ± 7,89 et ± 15,86. La valeur moyenne a enregistré un écart type moyen de l'ordre de ± 19,32. Ces écarts montrent la forte hétérogénéité de ces valeurs où la cause principale réside dans la variabilité des conditions du milieu.

La productivité pastorale est calculée sur la base de la productivité consommable et de la valeur fourragère, nous avons enregistré des valeurs fluctuant entre 394,38 UF/ha et 344,08 UF/ha (tableau N°25). Comparativement aux résultats de **Nadjraoui, (1981)** enregistrant une productivité é pastorale de l'ordre de 200UF/ha, ainsi que l'observatoire des hautes plaines steppiques (2005) ayant enregistré une productivité pastorale de 190 UF/ha. Elles s'avèrent inférieures à nos résultats et ce en plus des effets climatiques s'ajoute l'effet mis en défens dont jouisse notre parcours d'étude.

### 2.8. La charge animale :

Les parcours situés dans La région de FEDJOUCIF se distinguent par une charge plus intéressante par rapport aux parcours situés dans la région du DERMOUNE (tableau N°26).

**Tableau N°26 : Charge à l'hectare parcours d'*Artémisia herba-alba* Asso.**

Station	Productivité pastorale (UF)	Besoin d'une brebis et sa suite/saison (UF)	Charge UO/ha
<b>Printemps2008</b>	344,57±9,56	110 UF	3,13±0,18
<b>Printemps2009</b>	402,74±15,86	110 UF	3,66±0,12
<b>Printemps2010</b>	396,80±14,96	110 UF	3,60±0,14
<b>Printemps2011</b>	377,41±7,89	110 UF	3,43±0,11
<b>moyenne</b>	<b>380,38±19,32</b>	<b>110 UF</b>	<b>3,45±0,17</b>

La charge apparaît homogène avec des écarts types intra annuelle qui oscillent entre  $\pm 0,11$  et  $\pm 0,18$ . Indiquant une charge moyenne pour les quatre années avec seulement un écart type interannuelle de l'ordre de  $\pm 0,17$ .

Pour les parcours d'*Artémisia* la charge s'avère plus intéressante par rapport aux parcours de *Salsola* la charge saisonnière est devenu très intéressante 3,45 UO/ha/saison, soit 0,86 UO /ha/an, comparativement aux résultats rapportés par **Aidoud, (1989)** et **Nadjaoui, (1981)** la charge annuelle est de l'ordre de 0,70 UO/ha, considérée comme inférieur à nos résultats comme on la déjà rapporté en plus, de l'effet climatique la mise en défens a permis une meilleure charge pour des parcours dans l'Est de l'Algérie .

### 2.9. La corrélation volume/matière sèche :

Les coefficients de corrélation lors des quatre années d'étude démontrent bien qu'il existe des relations plus ou moins fortes ( $r^2$  oscille entre 0,78 et 0,89) qui nous permettent d'avancer que la matière sèche et le volume de la touffe évolue dans la même harmonie. Voir figure N° 14, 15,16 et 17. Ce qui nous permet de confirmer encore une fois les travaux **d'Abdulaziz, (1996)** qui rapporte que la biomasse végétale était significativement corrélée à la hauteur ainsi qu'au diamètre de la plante représentée dans notre cas par le volume de touffes.

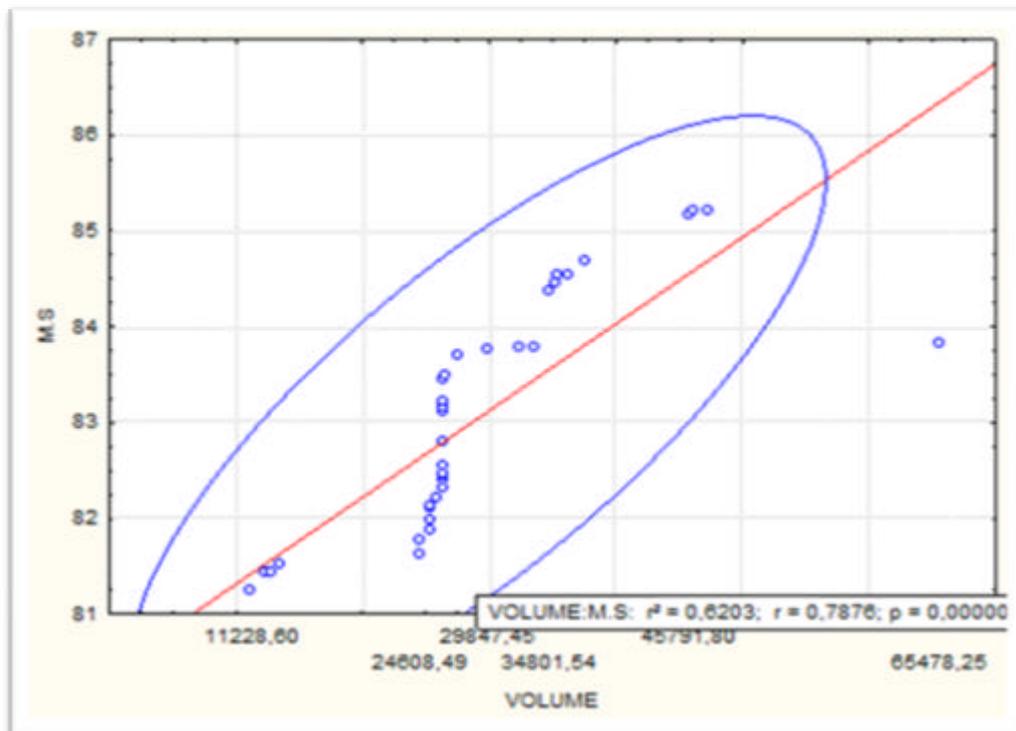


Figure N° 14 : Corrélation matière sèche /volume, *Artémisia herba-alba* Asso.

(Printemps , 2008)

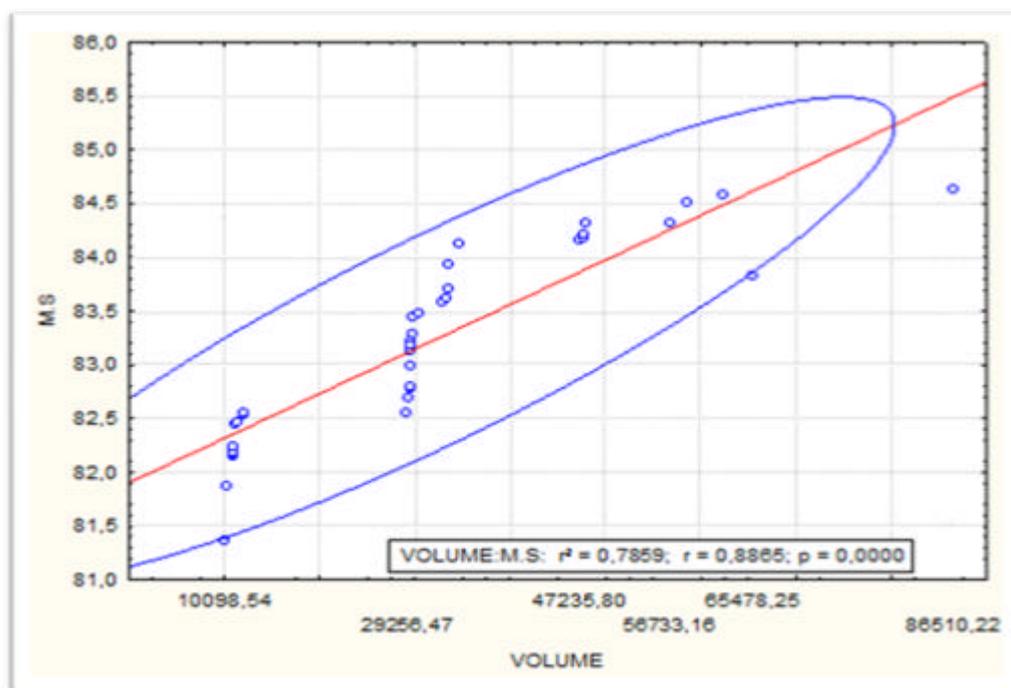


Figure N°15 : Corrélation matière sèche /volume, *Artémisia herba-alba* Asso. (Printemps , 2009)

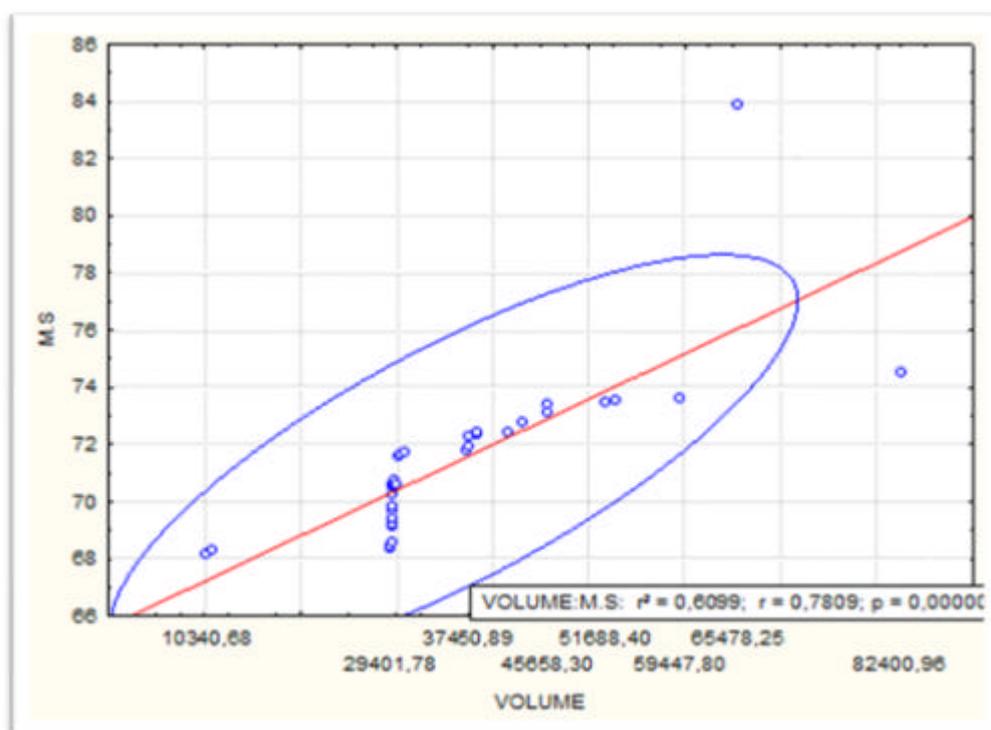
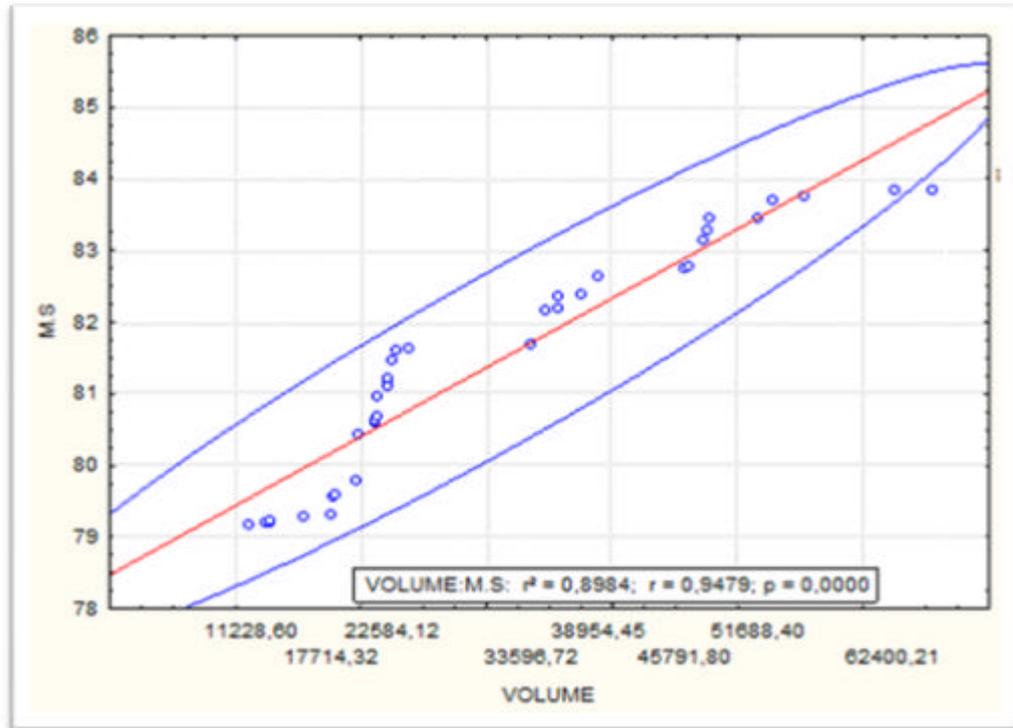


Figure N° 16 : Corrélation matière sèche /volume, *Artémisia herba-alba* Asso. (Printemps , 2010)



**Figure N° 17 : Corrélation matière sèche /volume, *Artémisia herba alba* Asso. (Printemps , 2011)**

Cette corrélation appréciable entre le volume de la touffe et la matière sèche permettent d'avancer que l'indice spécifique  $I_{si}$  utilisé pour le calcul de valeur pastorale exprime un aspect qualitatif dans concept de calcul. Ces corrélations permettent d'avancer que les valeurs pastorales (VP) sont en relation avec les volumes des touffes si ces derniers sont importants, ils correspondront donc à des phytomasses considérables pour la consommation. Confirmant ainsi l'hypothèse avancée en introduction.

### 2.10. La corrélation valeur pastorale/charge :

L'analyse démontre bien qu'il existe une très forte corrélation entre la valeur pastorale (VP) et la charge par hectare (Figure N° 18 ;  $r^2 = 0,87$ ).

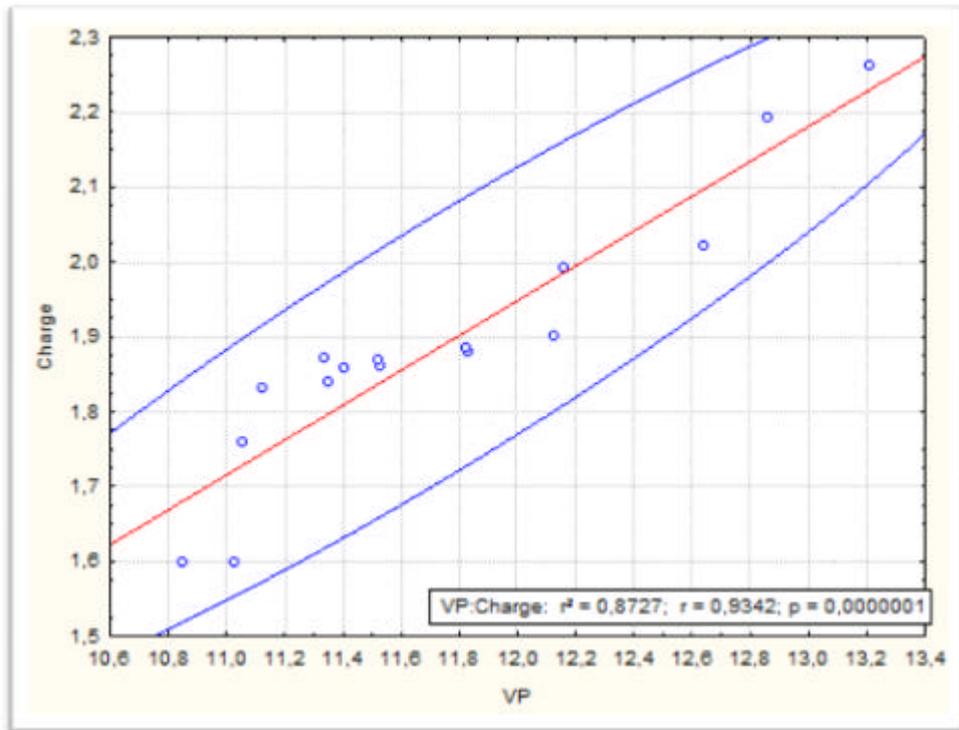


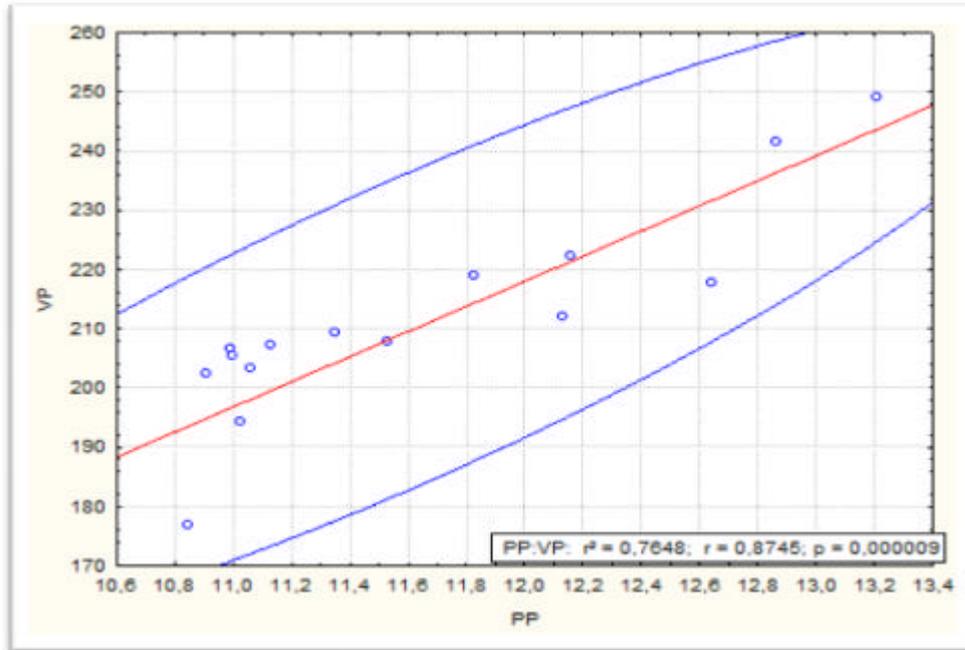
Figure N° 18: Corrélation charge à l'hectare/valeur pastorale *Artémisia herba-alba* Asso.

(2008-2011)

La valeur pastorale est reliée à la charge par l'équation de régression élaborée du type  $y=ax+b$  dans notre cas elle se présente comme suit ( $y = -0,84 + 0,35 x$ ) exprime très significativement la relation charge, valeur pastorale ( $r=0,93$ ) figure N° 18. Par conséquent elle peut être utilisée sur le plan pratique en vue de déduire la charge au moment où une valeur pastorale est déterminée [ $\text{charge(UO)} = -0,84 + 0,35 \text{ VP}$ ]. Donc il s'avère possible qu'à partir d'une valeur pastorale calculée sur la base d'un recouvrement globale, une contribution spécifique ainsi qu'un indice de qualité on peut calculer la charge sans connaître la valeur nutritive de la plante concernée.

### 2.11. La corrélation production pastorale /valeur pastorale :

Pour un complément à notre étude nous avons constaté qu'il serait utile de confirmer la relation entre la valeur pastorale et la productivité pastorale et ce dans le but d'avancer qu'il existe des correspondances logiques entre elles. Effectivement a fait ressortir une assez forte corrélation  $r=0,93$ . Figure N°19.



**Figure N°19 : Corrélation productivité pastorale/valeur pastorale  
*Artémisia herba alba* Asso. (2008-2011)**

Cette forte corrélation à travers l'équation de régression ( $y = -36 + 0,12x$ ) nous indique encore une fois que pour une productivité pastorale calculée, nous avons obtenu une valeur pastorale, [valeur pastorale =  $-36 + 0,12 \times$  Productivité Pastorale] correspondant tous deux à une même charge (tableau N° 27). A partir de là il est possible de confirmer qu'il existe une logique de correspondance entre la VP et la PP ainsi que la charge à l'hectare.

**Tableau N°27 : Résultats de la valeur pastorale, de la productivité**

**Pastorale et de la charge par hectare *Artémisia herba alba* Asso.**

Année	Productivité pastorale	Valeur pastorale	Charge (UO/ha/saison)
2008	344,57±9,56	11,74±0,68	3,13±0,18
2009	402,74±15,86	12,03±0,64	3,66±0,12
2010	396,80±14,96	12,21±0,70	3,60±0,14
2011	377,41±7,89	11,16 ±0,38	3,44±0,11
Moyenne	380,38 ± 12,13	11,8 ± 0,22	3,45±0,17

UO : Unité ovine

Il a été aussi démontré qu'il existe une assez forte corrélation entre la valeur pastorale (VP) et la productivité pastorale (PP) (Figure N°19;  $r^2 = 0,76$ ), et une très forte corrélation entre la valeur pastorale et la charge à l'hectare ( $r^2 = 0,87$ ; Figure N° 18). A partir de ces deux corrélations très fortes il est possible de confirmer qu'il existe une logique de correspondance entre la valeur pastorale (VP) et la productivité pastorale (PP) ainsi que la charge à l'hectare (Tableau N°27). Si on établit une relation de correspondance entre ces valeurs telle que la règle de trois on peut constater que la différence entre ces valeurs n'a pas dépassé 0,56 unité ovine, ce qui est considéré comme une valeur très acceptable vis-à-vis de l'objectif de notre travail ainsi que l'hétérogénéité du milieu. Les différentes études réalisées sur les steppes dégradées (CRBT, 1978; Nadjraoui, 1981; Le Houerou, 1985; Aidoud, 1989; Kacimi, 1996) ont montré que les parcours sont fortement dégradés et que la charge effective oscille entre 0,78 UO/ha/an et 0,76 UO/ha/an qui reste légèrement inférieur à la moyenne 0,86 UO /ha/an. Cette différence pourrait être attribuée à l'effet du milieu (climat, sol) et au degré de dégradation moins accentué des parcours de la région de Tébessa. Il faut rajouter à cela que cette charge peut être meilleure si on se réfère au stade phénologique actif de l'armoise qui coïncide avec l'automne.

On vient de démontrer encore une fois que la méthode d'évaluation des parcours pastoraux, n'est pas propre à l'espèce expérimentée *salsola vermiculata* L. Elle est aussi valable pour *Artémisia herba-alba* L. Comme nous l'avons déjà mentionné cette technique perd en matière de précision, mais au contraire gagne en matière de temps et de coût. Deux facteurs majeurs pour l'exploitation rationnelle d'un parcours, sachant que le temps conditionne le stade phénologique opportun à l'exploitation et que le coût d'une analyse au laboratoire ou d'une image satellitaire à traiter n'est pas à la portée des structures qui gèrent cet espace (les DSA et le HCD).

# Conclusion

## Conclusion :

Au cours de quatre années d'expérimentation sur un parcours à dominance essentiellement de *Salsola vermiculata* et d'*Artemisia herba alba* dans la zone pastorale de Dermoune et de Fedjoucif dans la région de Thlidjene ( sud de la wilaya de Tebessa), il apparait clairement qu'il est possible de déterminer la charge animale par unité de superficie sans passer par le calcul de la Productivité Pastorale (PP) qui reste une méthode d'une précision appréciable dans l'évaluation de cette charge. Ceci affranchie le pastoraliste, ou tout autre intervenant, de la lourdeur et de la cherté des analyses à réaliser au laboratoire.

Les résultats de notre travail démontrent que l'utilisation de la notion de la valeur pastorale (VP) peut contribuer à la résolution de la problématique épineuse relative à la gestion rationnelle des ressources pastorales des parcours naturels steppiques. Cette notion simple dans son utilisation présente les avantages de la rapidité d'exécution et de la souplesse, néanmoins son inconvénient majeur réside dans le manque de précision engendré par la variabilité importante induite par les facteurs du milieu aride. L'accroissement de la variabilité et de la précarité de ce milieu rendant la gestion de tel système encore plus difficile.

La valeur pastorale était Conçue au départ sur la base de la synergie des effets combinés des paramètres de recouvrement global, de la contribution spécifique et de l'indice spécifique relatif à la qualité des espèces fourragères. Cette notion semble souffrir de la subjectivité du dernier paramètre (indice spécifique) qui est estimé en fonction de l'appréciation propre pour chaque évaluateur selon son appréciation personnelle ou en fonction de la valeur bromatologique qui demeure une technique lourde et onéreuse.

Nos résultats présentent l'alternative qui rend l'évaluation de l'indice spécifique plus objective en se basant sur des mesures d'une dimension concrète et simple à réaliser, en l'occurrence le volume des touffes des arbustes fourragers steppiques. La variation spatio-temporelle est bien exprimée par nos résultats qui donnent des valeurs de VP allant de  $3,9 \pm 0,25$  à  $9, \pm 0,35$ . Ces résultats relatifs à *Salsola vermiculata* L correspondent à des charges animales de l'ordre de  $0,71 \pm 0,03$  et  $1,11 \pm 0,02$  unité ovine par hectare/saison.

Concernant l'espèce *Artemisia herba alba* ainsi les valeurs de VP oscillent entre  $11,16 \pm 0,38$  et  $12,21 \pm 0,70$ , correspondant à des charges animales de l'ordre de  $3,13 \pm 0,18$  et  $3,66 \pm 0,12$  unité ovine par hectare durant les saisons printanières dans les parcours de la région de Thlidjene. L'hypothèse que le volume des touffes est corrélé à la quantité de MS est vérifiée avec  $r^2=0,74$  pour l'espèce *Salsola vermiculata* L. Il en est de même que pour *Artémisia herba-alba* où  $r^2=0,88$ .

Si l'évaluation des ressources a franchi les difficultés méthodologiques à une échelle de l'unité parcellaire, les perspectives pour l'avenir pourront être affinées à une échelle sectorielle. Cette évaluation des potentialités constitue la première garantie de succès de l'aménagement pastoral.

Compte tenu des connaissances encore insuffisantes et des incertitudes, ce travail peut être reconduit par le biais de projets de recherches ciblés en écologie de restauration et en ingénierie agricole. Il devrait aussi être élargi à d'autres plantes pastorales dominantes telles que l'Alfa.

Ce constat sommaire montre l'urgence de l'installation et de la généralisation d'un système de gestion des ressources végétales naturelles qui tient compte de leur fragilité et de leur possibilité d'exploitation, grâce à l'intervention de l'écologue-pastoraliste. Ce système de gestion reposera donc essentiellement sur la maîtrise de la charge animale et de l'évaluation pastorale qui restent les facteurs primordiaux dans la production et la stabilité des parcours, en vue d'un développement durable des viandes rouges ovines en zones steppiques.

Enfin la détermination et l'utilisation de la VP représente, par conséquent, un outil simple et rapide dans la gestion des ressources pastorales des parcours steppiques permettant à la fois de répondre aux besoins de l'éleveur et à la protection de cet écosystème fragile. Ainsi un pâturage contrôlé est considéré comme presque aussi efficace qu'une mise en défens de longue durée, qui reste largement pratiquée aujourd'hui en zones steppiques Algériennes.

# Références Bibliographiques

## Références bibliographiques

---

- Abaab A., Bedrani S., Bourbouze A. et Chiche J., 1995.** Les politiques agricoles et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb, dans M. Allaya (dir.), *Les Agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000*, Montpellier, Ciheam-IAMM, coll. « Options méditerranéennes », série B, 14.139-165p.p.
- Abbas K., Benyoucef M.T., Madani T., 2000.** Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne. In :Gabiñ a D. (ed.). *Analysis and definition of the objectives ingenetic improvement programmers in sheep and goats.An economicapproach to increasetheirprofitability*. Zaragoza : CIHEAM, 2000. (Options Méditerranéennes :Série A. SeminarsMediterranean s; n. 43).101 -109p.p.
- Abdulaziz, M. A., 1996.** Estimation of biomass and utilization of three perennial range grasses in Saudi Arabia.*Journal of AridEnvironment* (1997) 36:103-111.
- Acherkouk M., Maatougui A. et El Houmaiz M.A., 2011.** Communautés végétales et faciès pastoraux dans la zone de Taourirt-Tafoughalt du Maroc oriental: Ecologie et inventaire floristique. *Acta Botanica Malacitana*36. Malaga, 2011.125-136 p.p.
- Aidoud A. et Touffet J., 1996.** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algérienne. *Sècheresse* 7 p. pp. 187-193.
- Aidoud A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés en hautes plaines Algéro-oranaise. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales .Thèse doctorat, USTHB, Alger, 240p.
- Aidoud A., Le Floc'h E., Le Houerou H.N.,2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sècheresse* 2006 ; 17 (1-2) :19-30p.p.
- Aidoud, A., 1994.** Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie. Cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.). *Paralelo* 37° 16 : 33-42
- Aidoud-Lounis, F. 1984.** Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeumspartum* L.) des Hauts Plateaux Sud-Oranais; étude phyto-écologique et syntaxonomique. Thèse 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol., H. Boumediene, Alger, 253 p.ann.
- Aidoud-Lounis, F. 1997.** Le complexe alfa-armoïse-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba-alba* Asso, *Lygeumspartum* L.) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, Marseille, 263 p
- Aidoud, A 2003.** Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Laboratoire d'écologie végétale université de rennes 1. Conférence 3. 50p
- Al Ibrahim T. 2006.** Livestock production and economic implications from augmenting degraded rangeland with *Atriplex halimus* and *Salsola vermiculata* in northwest Syria. *Journal of arid Environments* 65 (2006) 474-490.
- Allen V. G., Batello C., Berretta E. J., Hodgson J., Kothmann M., Li X., McIvor J., Milne J., Morris C., Peeters A. and Sanderson M., 2011.** *An international terminology for grazing lands and grazing animals. The Forage and Grazing Terminology Committee. The Journal of the British Grassland Society The Official Journal of the European Grassland Federation. Grass and Forage Science*, 66, 2-28p.p.
- Anderson P.M.L., Hoffman M.T., 2007.** *The impacts of sustained heavy grazing on plant diversity and composition in lowland and upland habitats across the Kamiesberg mountain range in the Succulent Karoo, South Africa. Journal of Arid Environments* 70 (2007) 686-700p.p.

## Références bibliographiques

---

- Ayache A., Hellal B., Ayad N., Maatoug M.H., 2011.** Densité et taux de recouvrement de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) de la steppe occidentale d'Algérie. *Sécheresse* 2011 ; 22:192-196p.p.
- Ayad N., Hellal B., Maatoug M., 2007.** Dynamique des peuplements d'*Artemisia herba-alba* Asso dans la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale). *Sécheresse* 2007; 18 (3) : 193-198p.p.
- Bedrani S 1996.** Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du Nord. Cas de l'Algérie. Act .Atel. Le foncier et la gestion des ressources naturelles dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du nord. OSS. 3-32.
- Bailey D. et Sprinkle J., 2004.** How Many Animals Can I Graze on my Pasture? Determining carrying capacity on small land tracts. Cooperative Extension Work. Acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the U.S. Department of Agriculture, James A. Christenson, Director, Cooperative Extension, College of Agriculture & Life Sciences, The University of Arizona. 6p.
- Bechtella M A, 2013.** Contribution à l'évaluation de la valeur et de la productivité pastorale de parcours steppiques à dominance *Arthrophytum scoparium* et *Artémisia herba alba* dans la région de Bitam (Batna). Mémoire Master II. En sciences agronomiques. Université El hadj lakhdar Batna. 104p
- Ben M'hamed M., 1990-** Forage shrubs in North Africa- Studies of the green Belt of North Africa, Alesco, Tunis, Tunisie 233p
- Benabdeli K., 2000.** Evaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique : cas de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes - Algérie). In : Bourbouze A.(ed.), Qarro M. (ed.). Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours. Montpellier : CIHEAM. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 39). 129 -141p.p.
- Bencherif S., 2011.** L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Évolution et possibilités de développement. Thèse de doctorat. Institut des sciences et technologies. Paris. 269p.
- BNEDER (2006).** Identification et cartographie des zones potentielles à l'agriculture en steppe. Etude diachronique du climat et bioclimat de la steppe algérienne .BNEDER Alger. 47p+annexes
- Bensaid A., 2006.** SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naâma (Algérie). Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier-Grenoble 1. 299p.
- Berchiche T., 2000.** Enjeux et stratégies d'appropriation du territoire steppique. Cas de la zone de Maamora (Saïda). CIHEAM-Options Méditerranéennes, Sér. A / n°39, 2000. 107-120pp.
- Bouallala M., 2013.** Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara occidental algérien. Cas des régions de Bechar et Tindouf. Thèse de doctorat. Université Kasdi-Merbah – Ouargla. 193p.
- Bouchemal S., 2001.** Steppe algérienne : désertisation et aménagement. Séminaire national sur la valorisation intégrée des milieux semi-arides. Centre universitaire Larbi Ben M'hidi - Oum El Bouaghi - (28 et 29 mai 2001).
- Bouchoukh I., 2010.** Comportement éco physiologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin. Thèse de magistère. Université Mentouri – Constantine. 112p.

## Références bibliographiques

---

- Bougahni A., et Hireche A., 1991.** Rapport phytoécologique et pastorale de la wilaya de Biskra. URBT. Alger
- Boukhoubza M., 1982.** L'agropastoralisme traditionnel - Algérie. OPU Alger 458p
- Bourbouze A., 1999.** Gestion de la mobilité et résistance des organisations pastorales des éleveurs du Haut Atlas Marocain face aux transformations du contexte pastoral Maghrébin *in*: Niamir Fuller, 1999. ITP.30p.
- Bourbouze A., Donadiou R., 1987.** L'élevage sur parcours en région méditerranéennes. CIHEAM / IAM-M, Montpellier.104p.
- Bourbouze A., Lhoste P., Marty A., Toutain B., 2001.** Problématique des zones pastorales. Phénomènes de désertification et formes de dégradation. Etude sur la lutte contre la désertification dans les projets de développement-CSFD/AFD, 2001.12p.
- Boussaid M., Ben Fadhel N., Zaouali Y., Ben Salah A. et Abdelkefi A., 2004.** Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. *In* : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 2004. Cahiers Options Méditerranéennes; n. 62. 55-59pp.
- C.R.B.T. 1978** Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. CRBT, Alger, 256p. +ann+cartes.
- Carriere M., 1996.** Impact des systèmes d'élevage pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et subtropicale aride et subaride. *Livestock and the Environment Finding a Balance* Elevage et Environnement A la Recherche d'un Equilibre.73p.
- Carriere M., Toutain B., 1995.** Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement. Outils d'évaluation et indicateurs. Institut *fürbiogeographie*. Saarbrücken. Allemagne.93p.
- Celles, J.C., 1975.** Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct. Etat, Univ. Nice, 366 p.+ann
- Claudin, 1973 .** Etude physiologique de Honda. Rapport de mission .176 pp.
- Cortina J., Ruiz-Mirazo J., Amat B., Amghar F., Bautista S., Chirino E., Derak M., Fuentes D., T. Maestre F., Valdecantos A., et Vilagrosa A., 2012.** Les bases de la restauration écologique des steppes d'alfa. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN), Gland, Suisse et Malaga, Espagne.26p.
- Daget P h et Poissonnet P ,1971.** Une méthode d'analyse phytoécologie de prairies. Critères d'application Ann.Agron.22,1 :5-41pp.
- Daget P. et Godron M., 1995.** Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés. HATIER - AUPELFUREF.510p.
- Daget Ph. et Poissonnet P., 1990.** Notion de valeur pastorale .Repères N°3.
- Daget Ph. et Poissonnet P., 1969.** Analyse phytoécologique des prairies. Application agronomique Ed CNRS-CEPE Montpellier doc. 49 ;67p.

## Références bibliographiques

---

- Daget Ph. et Poissonet P., 1972** Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. dans les steppes du sud de la Tunisie. Implication pastorale. Thèse Doc, USTL, Montpellier. Fourrages, 49 : pp31-39.
- De Vries DM, Thart ML et Kruije A 1942.** Een Waardering of grond van de plantkin digesamen stelling. Landbouwk. Tgdschr. Wageningen 54; 245-265.
- De Vries, DM ET De Boer 1959.** Methods used in a botanical grassland research in the Netherlands and their applications. *Herbage Abstracts*, 29 (1).
- Delpeche R., 1960.** Critères et jugement de la valeur agronomique des prairies. *Ann. Agro.* 22(1) ; p5-41.
- Djaballah F., 2008.** Effet de deux méthodes d'aménagement « mise en défens et plantation » sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa. Thèse de magistère. Université Kasdimerbah- Ouargla. 120p.
- Djébaili, S., 1978.** Recherches phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas Saharien algériens. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 229 p.+ann.
- Djouza L., 2014.** Contribution à l'estimation de la productivité pastorale de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) dans les parcours steppiques de la wilaya de Djelfa. MASTER II Académique en sciences Agronomiques université EL HADJ LAKHDER ±BATNA 136p
- Dominique S., 2007.** Les bases de la production végétale tome 2 le climat Météorologie-conservation des sols-Bioclimatologie-Agronomie de Carbone. 9ème édition. collection sciences et techniques agrocoles. 352p.
- Eilenberg H., 1952.** Landwirtschaftliche Pflanzenzoologie, Band I. Wiesen und Wälder, Stuttgart. et prairiale, *Fourrages*, 4, 46-52.
- Etienne M., 1996.** Biomasse végétale et production fourragère sur terres de parcours sous climat méditerranéen ou tropical sec. *Ann. Zootech.* (1996) 45, suppl., 61-71pp.
- Floret C., et Pontanier R., 1982.** L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Thèse USTL, Montpellier.
- Gningue D. I., 1997.** Effets de la pression de bétail sur les productions primaires et secondaires du Ferlo sénégalais. Développement durable au Sahel. Dakar / Paris, Sociétés, Espaces, Temps / Karthala, 1997 : 145-157p.p.
- Gounot M., 1960.** Méthodes d'études et d'inventaire de la végétation pastorale. *Fourrages* 4, 83-96
- Grouzi M., 1984.** Pâturages sahéliens du nord du Burkina Faso. Capacité de charge, production fréquentielle et dynamique de la qualité fourragère. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer. Centre d'Ouagadougou BP 182. Projet de développement de l'élevage. 35p.
- Guitton M., Levret C., Delefortrie R., 2008.** Les Défis du Pastoralisme : Echanges d'expériences innovantes pour un développement durable d'avenir en montagne. Rapport d'Euromontana (association européenne pour le développement et la coopération des zones de montagne) .2007. 103p.
- Guma J.R., Padron-Mederos. M.A, Santos-Guerra A, Reyes-Betancort J.A (2010).** Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L. chenopodiaceae from Canary islands. *Journal of arid environments* 74 (2010) 708-711

## Références bibliographiques

---

- Hanifi, N., et Touffet, J., 1989.** Régénération par les semences dans les Hautes Plaines steppiques algériennes. In : Actes du 16ème Congrès International des Herbages, Nice (France). pp. 1601-1602
- Henin.S., 1969.**Influence du climat sur l'évolution des différents composants de la plante .Revue fourrage N°25 ;pp15-18.
- Heguïn H., 2009.** Contribution à l'évaluation pastorale d'un parcours à Armoise blanche et Atriplexhalimus, dans la région de Tébessa, Thèse Ingénieur I.S.V.S.A univ. Hadj-Lakhdar. BATNA.
- Hirche A, Boughani A, et Nadjraoui D., 1999.**A propos de l'évaluation de la qualité des parcours en zones arides. Zaragoza : Ciheam. Cahier option méditerranéenne ; N°39. 1999 PP :193-197.
- Hirche A. 1995** Sur la notion de la valeur pastorale. Parcours demain. Num. spéc. Sémin. Interna. Tabarka.
- Holechek J. L., Thomas M., Molinar F. et Galt D., 1999.** *Stocking Desert Rangelands: What We've Learned. RANGELANDS* 21(6).8-12p.p.
- Ignacio D. E., 2010.**Ensemencer les terres abandonnées ; quelques solutions contre la désertification.Courrier de l'environnement de l'INRA N°58.
- Kacimi B., 1996.** La problématique du développement des zones steppiques. Approche et perspectives. Doc. HCDS, Ministère de l'agriculture, 27p.
- Kadi-Hanifi-Achour H., 2004.**Diagnostic phytosociologique et phytoécologique des formations à Alfa en Algérie : Proposition de gestion. InFerchichi A. (comp., Ferchichi A.collab.).Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens.227-231p.p.
- Khernane H, 2010.** Contribution à l'évaluation de la valeur et de la productivité pastorale d'un parcours steppique à dominance *Salsola vermiculata* L.(cas de la région de Tebessa).These d'ingénieur d'état en agronomie. Université El hadj lakhdar. Batna.
- Khelifi Y., 1999.** Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. In: Rubino R. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). *Systems of sheep and goat production: Organization ofhusbandry and role of extension service.* Zaragoza : CIHEAM, 1999. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 38. 245-247p.p.
- Lapeyronie 1982** Les productions fourragères méditerranéen. Tome 1 généralité caractères botaniques et biologiques. Maison neuve et la rose ISBN 2.7068.08.09.8
- Launchbaugh K., 2006.** *Forage Production and Carrying Capacity: Guidelines for Setting a Proper Stocking Rate.*University of Idaho.6p.
- Le Houérou, H.N., 1969.-** La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Natl. Agron. Tunis 2(5) : 1-6240
- Le Houérou, H.N., 1980** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides en Afrique du nord option méditerranéenne. Série B N° 10 CIHEAM/ACCT pp 11-95
- Le Houerou H. N. 1985.** La régénération des steppers algérienne .Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture.

## Références bibliographiques

---

- Le houérou H. N., 1995.** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. Sècheresse n : 2-1995- vol 6. 167-182p.p.
- Loiseau P. et Selbiote M., 1972.** Etude de cartographie des pâturages du maroc oriental .Notice de la carte pastorale au 1/1000000.3vol MARA/ERES/SCET/ coopération paris.
- Meziani K., 1990** La steppe algérienne, étude du milieu aménagement de l'espace pastorale. HCDS, pp21-70.
- Ministère de l'agriculture et du développement rural. 2011.**Série statistiques.
- Mohammedi H., Labani A., Benabdeli K., 2006.** Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne. Revue Développement durable et territoire. 2006.14p.
- Mouhous A., 2005.** Les causes de la dégradation des parcours steppiques. Thèse de magister. Institut national agronomique El Harrach. Alger. 120p
- Moulay A., Benabdeli K., Khéloufi K. et Morsli A., 2011.** Contribution à l'identification des principaux facteurs de dégradation des steppes a *Stipa tenacissima* du sud-ouest algérien. In *Mediterranea serie de estudios biológicos. 2011 época ii n° 22. Universidadde alicante.* 149-188 pp.
- Nedjimi B. et Guit B., 2012.** Les steppes algériennes: causes de déséquilibre. *Algerian journal of arid environment.* Vol. 2, n° 2, Décembre 2012: 50-61p.p.
- Nedjimi B., Homida M., 2006.** Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. Magazine du Chercheur. N° 4/2006.13-19p.p.
- Nedjraoui D. et Bedrani S., 2008.** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement.* Volume 8 - n:1. Avril 2008.18p.
- Nedjraoui D., 1981.** Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation (*Artemisia herba alba*, Asso., *Lygeum spartum* L., et *Stipa tenacissima* L.) des hautes plaines steppiques de la wilaya de SAIDA. Thèse Doc. 3ème cycle en sciences biologiques, USTHB., Alger, 156p.
- Nedjraoui D., 2004.** Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 2004. Cahiers Options Méditerranéennes; n. 62. 239 -243p.p.
- Nedjraoui D., 2011.** Vulnérabilité des écosystèmes steppiques en Algérie. « L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb ». Université KASDI MERBAH - Ouargla- Algérie, du 21 au 24 Novembre 2011.41-53p.p.
- Noor A. M., 2006.** Ecological and species diversity of arid Mediterranean grazing land vegetation .*Journal of arid environments* 66 (2006) 698-715.
- Nori M., Taylor M., Sensi A., 2008.** Droits pastoraux, modes de vie et adaptation au changement climatique. Coalition internationale pour l'accès à la terre. L'Initiative Mondiale pour un Pastoralisme Durable. *Irish aid. Department of Foreign Affairs AnBoinnGoðthaiEachtracha.* Institut International pour l'Environnement et le Développement. Royaume-Uni.28p.

## Références bibliographiques

---

- Observatoire des hautes plaines steppiques du sud oranais 2005.** Rapport final ROSELT/OSS/Algérie .Bilan final du projet 2002-2005.Pp.115.
- Osman AE, Bahhady F, Hassan N, Ghassali F and Al Ibrahim T. 2006.** Livestock production and economic implications from augmenting degraded rangeland with *Atriplexhalimus* and *Salsola vermiculata* in northwest Syria. *Journal of aridEnvironments* 65 (2006) 474-490.
- Outat El hadj 2004.**Terre et Vie Revue mensuelle du monde rural et de l'environnement N°76 mars 2004 RABAT ISSN 111360237.
- Ozenda P 1991** Flore et végétation du Sahara CNRS Edition, Paris, 2004 ISBN 2-271-03230-6
- Pouget M., 1980.** Les relations : sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. (O.R.S.T.O.M), Paris. 555p.
- Prud'hon M, Molenat G, Lapeyronie P. and Pulina G., SalimeiE.,Masala G., Sikosana J.L.N.,1999.** *A spreadsheet model for the assessment of sustainable stocking rate in semi-arid and sub-humid regions of Southern Africa.**Livestock Production Science* 61 (1999) 287–299p.p.
- Pulina G.,Salimei E.,Masala G., Sikosana J.L.N.,1999.** *A spreadsheet model for the assessment of sustainable stocking rate in semi-arid and sub-humid regions of Southern Africa. Livestock Production Science* 61 (1999) 287–299p.p.
- Quézel P et Santa S 1962** Nouvelle flore de l'Algérie Tome 1 Edition CNRS Paris 303p
- Quézel, P., Barbéro, M., Bonin., G., & Loisel R. 1990.** Recent plant invasions in the circum-Mediterranean region.In :Di Castri, F., Hansen, A.J. &Debusche, M.(eds), *Biological Invasions in Europ and the Mediterranean Basin*, pp. 51-60. Kluwer AcademicPublishers, Dordrecht.
- Reboul G., 1989.** L'unité ovine méditerranéenne (UOM) est-elle une bonne référence pour évaluer la production des pâturages méditerranéens?
- Redfearn D. D., Bidwell T. G., 2008.** *Stocking Rate: The Key to Successful Livestock Production.Oklahoma Cooperative Extension Service.PSS-2871.Division of Agricultural Sciences and Natural Resources • Oklahoma State University.2871-1-2871-8p.p.*
- Réquier-Desjardins M.,Jauffret S., Ben Khatra N., 2009.** « Chapitre 4 – Lutter contre la désertification », in CIHEAM et Plan Bleu, *MediTERRA 2009*, Presses de Sciences Po/Annuels 2009. 137-182 pp.
- Reyes-Betancort J.A., 2010.** Effect of temperature and salinity on germination of *Salsolavermiculata*L.chenopodiaceae from Canary Islands.*Journal of aridenvironments* 74 (2010) 708-711.
- Roselt/Oss. Algérie, 2005.**Observatoire des Hautes Plaines Steppiques du Sud Oranais. Bilan final du Projet OSS / ROSELT / CRSTRA /ALGERIE.112p.
- Samandougou Y., Kabore-Zoungrana C., Zoundi S. J., Sohero A.et Kiema A., 2010.** Contribution de la récupération des parcours dégradés par les cordons pierreux associés sous solage à l'amélioration de la production du fourrage naturel. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*227 – 241p.p.
- Scarnecchia D. L., 1990.***Concepts of carrying capacity and substitution ratios: a systems viewpoint.**Journal of range management* 43(6), November 1990.553-555p.p.

## Références bibliographiques

---

- Scott S., Block H. et Robins C., 2008.** *Impact of alfalfa and fertilizer on pastures: Pasture Carrying Capacity.* Forage technical bulletin. June 2008. 5p.
- Senoussi A., Chehema A. et Bensemaoune Y., 2011.** La steppe algérienne à l'aube du III<sup>ème</sup> millénaire : quel devenir ?. Annales des Sciences et Technologie . Vol. 3, N° 2. 129-138p.p.
- Serhani H., 2008.** Contribution à l'évaluation de la valeur et de la productivité pastorale d'un parcours à dominance *Salsola vermiculata* (cas de la région de Tébessa). Thèse d'ingénieur d'état. Université El hadj lakhdar. Batna. 72 p +annexes
- Slimani H 1998** Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa de Rogassa des hautes plaines Occidentales Algériennes .Thèse magister, USTHB. Alger, 132p.
- Thorne M.S. et Stevenson M. H., 2007.** *Stocking Rate: The Most Important Tool in the Toolbox.* Pasture and Range Management June 2007 PRM-4. Cooperative Extension Service/CTAHR, University of Hawaii at Mānoa, Honolulu, Hawaii 96822. 10p.
- Weachter , P 1982.** Etude des relations entre les animaux domestiques et la végétation
- Westoby, M., Walker, B. & Noy-Meir I., 1989.** Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. J. Range. Manage. :17: 235-239
- Yakoub .F (2006).** Evaluation « in vitro » de la dégradation des principaux fourrages des zones arides Thèse de magister en sciences vétérinaires option nutrition. 2006. Université de Batna 166p.
- Yameogo J. T., Hien M., Lykke A. M., Some A. N. et Thiombiano A., 2011.** Effet des techniques de conservation des eaux et des sols, zaï forestier et cordons pierreux, sur la réhabilitation de la végétation herbacée à l'Ouest du Burkina Faso. *International journal of Biological and Chemical Sciences* 5(1) February 2011. 56-71p.p.
- Zhao H. L., Zhao X. Y., Zhou R. L., Zhang T. H., Drake S., 2005.** Desertification processes due to heavy grazing in sandy rangeland, Inner Mongolia. *Journal of Arid Environments* 62 (2005) 309–319p.p.