



## THESE

Pour L'Obtention Du Diplôme De

**DOCTORAT EN SCIENCES**

Option

Production animale

Présentée Par :

**Mayouf Rabah**

THEME

**Evaluation pastorale des parcours du Sud de la wilaya de Tébessa : Influence de la saison sur la valeur nutritive**

Soutenue publiquement: le 15/12/2015

*JURY:*

<i>Président</i>	<b>Mr. OUDJEHIIH Bachir</b>	<b>Pr</b>	<b>Université de Batna</b>
<i>Directeur de thèse</i>	<b>Mr. ARBOUCHE Fodil</b>	<b>MCA</b>	<b>Université d'Adrar</b>
<i>Examineurs</i>	<b>Mr. CHELOUFI Hamid</b>	<b>Pr</b>	<b>Université d'Ouargla</b>
	<b>Mr. BAHLOULI Fayçal</b>	<b>Pr</b>	<b>Université de M'sila</b>
	<b>Mr. KABOUL Noureddine</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Batna</b>
	<b>Mr. BOUAMMAR Boualem</b>	<b>MCA</b>	<b>Université d'Ouargla</b>

## Dédicaces

- A la mémoire de ma mère qui nous a quittés le 07 Avril 2014

Maman ;

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Depuis que tu nous as quitté, Je me sens seul et triste.

Tu seras toujours dans mon esprit et dans mon cœur,

Je te dédie aujourd'hui ma réussite.

Que Dieu, le miséricordieux, t'accueille dans son éternel paradis.

- A mon très cher père
- A toute ma famille
- A ma femme et mon petit Mohamed

- RABAH Mayouf

## **Mille mercis...**

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

*A l'issu de ce travail de recherche, je tiens tout particulièrement à remercier Monsieur **FODIL ARBOUCHE**, maître de conférences A à l'université d'Adrar pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et de soin cette thèse. Je lui suis très reconnaissant pour sa disponibilité, sa bienveillance et son soutien permanent, et d'avoir prêté un intérêt constant au sujet de la thèse. Je lui dois beaucoup pour le contenu du travail présenté, pour ses critiques constructives et son aide aux différentes entraves rencontrées, pour sa gentillesse et ses qualités humaines.*

*Je remercie vivement Monsieur **BACHIR OUDJEHIH**, Professeur à l'université de Batna, je lui rends hommage pour avoir accepté de présider mon jury.*

*Je remercie vivement Monsieur **HAMID CHELLOUFI**, Professeur à l'université d'Ouargla et Monsieur **FAYCAL BAHLOULI**, Professeur à l'université de M'sila, qui ont consenti à être examinateurs de ce travail.*

*Que Monsieur **NOUREDDINE KABOUL**, maître de conférences A à l'Université de Batna et monsieur **BOUALEM BOUAMMAR**, maître de conférences A à l'université d'Ouargla trouvent ici toute ma gratitude et mes sincères remerciements d'avoir acceptés de faire partie du jury et d'avoir bien voulu être également examinateurs de ce travail.*

*Nombreuses sont les personnes qui m'ont aidé à franchir les obstacles et les contraintes rencontrées durant la préparation de ce travail, je leur dis mille mercis*

*Mes amis ont été d'un grand réconfort pour moi ; je ne pourrais les citer tous, je voudrais qu'ils sachent que je leur suis très reconnaissant.*

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

**RABAH Mayouf**

## Liste des abréviations --

MM : matière minérale ;

MS : matière sèche ;

MAT : matières azotées totales ;

CB : Cellulose brute ;

MG : matière grasse ;

NDF : neutral détergent fiber ;

ADF : acide détergent fiber ;

ADL : acide détergent lignin ;

MO : matière organique ;

CI : les cendres insolubles ;

UFL : unité fourragère lait ;

UFV : unité fourragère viande ;

PDIN : protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote ;

PDIE : protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie ;

PDIA : protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire ;

MAD : matière azotée digestible ;

dMO : digestibilité de la matière organique ;

ED : énergie digestible ;

EN : énergie nette ;

EB : énergie brute ;

EM/ED : le rapport entre l'énergie métabolisable (EM) et l'énergie digestible (ED) ;

NDVI : indices de végétation normalisés ;

MMS : Multi Spectral Sensor ;

ETM : Enhanced Thematic Mapper ;

## Liste des figures

<b>Liste des figures</b>	<b>Pages</b>
Figure 01 Limites géographiques de la Steppe	4
Figure 02 Carte bioclimatique de l'Algérie	6
Figure 03 La production fourragère des formations végétales	13
Figure 04 Situation de la zone d'étude	32
Figure 05 Carte pluviométrique de l'Algérie	34
Figure 06 Variations interannuelles des pluies (1990 – 2012)	35
Figure 07 Diagramme ombrothermique de la région d'étude pour la période 1990 – 2012	37
Figure 08 Variations saisonnières des pluies (2010, 2011 et 2012)	41
Figure 09 Variations mensuelles des pluies moyennes 2010, 2011 et 2012	41
Figure 10 Variations mensuelles des températures moyennes 2010, 2011 et 2012	42
Figure 11 carte de localisation géographique des stations de prélèvement	44
Figure 12 Composition colorée de la région sud de Tébessa (1972) Trichromie des canaux 1, 2 et 3	83
Figure 13 Composition colorée de la région sud de Tébessa (2007) Trichromie des canaux 1, 4 et 5	83
Figure 14 Mosaïque des cartes topographiques de la proximité de la région d'étude	84
Figure 15 Carte de sensibilité à la désertification de la wilaya de Tébessa	86
Figure 16 Évolution des étendues sableuses au sud de Tébessa de 1972 à 2007	87
Figure 17 Composition colorée des bandes 2,3,4 de l'image Landsat TM du 5 mars 1987	89
Figure 18 NDVI calculé à partir des bandes 3 et 4 de l'image Landsat TM du 5 mars 1987	89
Figure 19 Composition colorée des bandes 2, 3 et 4 de l'image Landsat TM du 13 avril 2007	89
Figure 20 NDVI calculé à partir des bandes 3 et 4 de l'image Landsat TM du 13 avril 2007	89
Figure 21 Classes de NDVI (1987)	91

## Liste des tableaux

<b>Liste des tableaux</b>	<b>Pages</b>
Tableau 01 Les principales formations végétales et occupation du sol des parcours steppiques	11
Tableau 02 La production fourragère des formations végétales	12
Tableau 03 La répartition des parcours en fonction de leur capacité de charge	14
Tableau 04 Effectif du cheptel en régions steppiques	21
Tableau 05 Classes des pentes dans la région d'étude	33
Tableau 06 Pluies annuelles 1990 – 2012	35
Tableau 07 Variation des pluies et des températures mensuelles interannuelles, (1990 - 2012)	36
Tableau 08 Variation des températures mensuelles interannuelles (1990 - 2012)	36
Tableau 09 Variations mensuelles et saisonnières des pluies pour les années 2010, 2011 et 2012	39
Tableau 10 Températures moyennes pour les années 2010, 2011 et 2012	42
Tableau 11 Localisation géographique des stations de prélèvement	44
Tableau 12 Composition chimique moyenne annuelle en % de MS	52
Tableau 13 Digestibilité de la matière organique et énergies moyennes annuelles des trois espèces végétales	56
Tableau 14 valeur énergétique moyenne annuelle des trois espèces végétales	57
Tableau 15 valeur azotée moyenne annuelle des trois espèces végétales	58
Tableau 16 Composition chimique saisonnière des espèces fourragées	60
Tableau 17 Digestibilité de la matière organique moyenne saisonnière des trois espèces végétales	63
Tableau 18 les énergies moyennes saisonnières des trois espèces végétales	65
Tableau 19 Valeurs énergétiques saisonnières des espèces Fourragées	66
Tableau 20 Valeurs azotées saisonnières des espèces fourragées	68
Tableau 21 Les productions de phytomasse saisonnières des trois espèces pastorales	70
Tableau 22 La production énergétique par saison de trois espèces pastorales	72

Tableau 23 La production azotée par saison	74
Tableau 24 Capacité de charge ovine en énergie des deux stations selon les saisons	75
Tableau 25 Capacité de charge ovine en PDI des deux stations selon les saisons	76
Tableau 26 Caractéristiques des images Landsat utilisées couvrant la région d'étude	80
Tableau 27 Caractéristiques des images Landsat utilisées	82
Tableau 28 Superficie des sables calculée de l'image 1972 et 2007	84
Tableau 29 Changement diachronique de la végétation(NDVI) de 1987 à 2007 au sud de Tébessa	90

<b>Liste des photos</b>	<b>Pages</b>
Photo 01 et 02 Plantes clairsemées	38
Photo 03 Évolution de l'ensablement	87
Photo 04 Érosion éolienne	87
Photo 05 Concession sur sol sableux	93
Photo 06 Surpâturage	93
Photo 07 Dégradation des cultures pérennes	93
Photo 08 Cultures dans les talwegs	94
Photos 09 Défrichage excessif	94
Photos 10 Surexploitation des espèces ligneuses	94



## Résumé

La steppe constitue un support socio-économique pour les populations pastorales où l'élevage extensif est la principale activité. L'exploitation des ressources naturelles des parcours constitue le principal support de cet élevage. Le suivi de la dynamique de la végétation de ces parcours à l'aide des images satellitaires a montré une dégradation intense sous l'effet climatique, entropiques et de l'extension du sable.

L'étude sur la valeur nutritive des espèces dominantes, nous a montré qu'il y a une variabilité entre les espèces pour les moyennes annuelles, allant de 0.77 à 0.65 UFL / kg de MS.

L'effet saison est significatif, il est lié aux variations climatiques saisonnières. L'automne et le printemps enregistrent les meilleures valeurs en MAT pour les trois espèces, par contre l'été enregistre les plus faibles valeurs. Quant aux valeurs de CB, l'été enregistre des valeurs plus élevées pour les trois espèces pastorales étudiées.

L'étude a révélé que les parcours du sud de Tébessa pourraient combler une bonne partie des besoins des animaux, et donc, offrir un potentiel considérable en tant que fourrage pour les ruminants.

**Mots clés :** Composition chimique, Valeur nutritive, Parcours, Saisons, Tébessa

## Table des matières

	Pages
Introduction	01
<b>Partie bibliographique</b>	
Chapitre I. La steppe algérienne	
I-1 Définition	03
I-2 Les limites	03
I-3 Les caractéristiques écologiques	04
I-3-1 Le climat	04
I-3-2 Hydrographie	06
I-3-3 Pédologie	06
I-1-4 La végétation	07
Chapitre II. Les parcours	
II-1 La Situation des parcours	09
II-2 La production des parcours	12
II-3 La Charge animale	13
II-4 Causes de dégradation des parcours	14
II-4-1 Causes naturelles	14
II-4-2 Causes anthropiques	17
II-5- L'élevage	23
II-5-1 Les systèmes d'élevage	24
II-5-1-1 Le nomadisme	24
II-5-1 -2 La transhumance	24
II-5-1 -3 La sédentarisation	25

Chapitre III. La télédétection	26
III-1 Définition	26
III-2 Objectif de la télédétection	27
III-3 Intérêt des images satellitaire dans le suivie des changements	27
III-4 Apport de la télédétection	28
III-5 L'indice de végétation	28
III-5-1 Principaux indices de végétation	29
III-5-2 L'indice de végétation (NDVI)	29
<b>Partie expérimentale</b>	
Chapitre I. Caractéristiques du milieu d'étude	
I-1 Présentation de la wilaya de Tébessa	31
I-2 Présentation de la zone d'étude	31
I-2-1 Relief	32
I-2-2 Climat	33
I-2-3 Couvert végétale	38
I-3 Données climatiques du milieu d'étude durent la période expérimentale (2010, 2011 et 2012)	39
I-3-1 Les pluies	39
I-3-2 Température	41
Chapitre II. Détermination de valeur nutritive	
II-1 Introduction	43
II-2 Matériel et méthodes	44
II-2-1 Echantillonnage	44
II-2-2 Analyse fourragère des plantes prélevées	45
II-2-3 Valeur nutritive	48

II-3 Résultats et discussion	51
II-3-1 Composition floristique	51
II-3 -2 Composition chimique annuelle	52
II-3-2-1 Valeur nutritive annuelle	56
II-3-2-2 Valeur énergétique	56
II-3-2-3 Valeur azote	57
II-3-3- La composition chimique saisonnière	58
II-3-3-1 Digestibilité et énergie selon les saisons	62
II-3-3-2 La valeur énergétique selon les saisons	66
II-3-3-3 La valeur azoté selon les saisons	67
II-4 Production de la phytomasse	69
II-4-1 Production nutritive fourragère	70
II-4-2 Production énergétique par saison	70
II-4 -3 Production azote par saison	72
II-5- La charge par hectare	75
II-6- Conclusion	77
Chapitre III. Evolution spatio-temporelle des parcours	
III-1 Introduction	78
III-2 Données et méthode	79
III-2-1 Le suivi de l'évolution de l'ensablement	79
III-2-2 Utilisation de NDVI au suivi de l'état des parcours	81
III-3 Résultats et discussion	
III-3-1 L'extension de l'ensablement entre 1972 et 2007	82
III-3-2 L'indice de végétation entre 1987 et 2007	87
III-4 Conclusion	95
Conclusion générale	96
Références bibliographiques	99

### **Introduction générale**

La steppe est cet ensemble géographique dont les limites sont définies par le seul critère bioclimatique. D'après Maniere et Chamignon (1986), le terme (steppe) évoque d'immenses étendues arides couvertes d'une végétation basse et clairsemée.

La steppe algérienne présente une entité géographique bien différenciée, en raison de l'aridité de son climat, de son hydrologie, de la nature de son sol, de sa végétation, de l'occupation des terres et du mode de vie de ses habitants. C'est une vaste région qui s'étend entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, couvrant une superficie globale de 20 millions d'hectares (Nedjraoui *et al.*, 2008). Formant un ruban de 1 000 Km de long, sur une largeur de 300 Km à l'Ouest et au centre, réduite à moins de 150 Km à l'Est. Les limites de cette zone s'appuient sur des critères pluviométriques définis entre 100 et 400 mm de pluviométrie moyenne annuelle (Benabadji *et al.*, 2000). Des spécialistes de l'Afrique du Nord s'accordent généralement pour limiter la steppe aux mêmes critères pluviométriques à savoir les isohyètes. Ces seuils se justifient par des considérations à la fois biogéographiques et agronomiques. La végétation paraît bien souvent monotone, que la strate dominante soit graminéenne, chaméphytique ou crassulescente (Pontanier *et al.*, 1982).

Selon Ozenda (1977), la steppe est une formation végétale basse dont la densité diminue notablement et que la composition de la flore se modifie au profit d'espèces telles que l'alfa, adaptées aux conditions de ces régions dites semi-arides.

Les steppes algériennes des régions arides et semi-arides ont toujours été l'espace de développement de l'élevage ovin. Les parcours steppiques sont dans un processus de dégradation en raison de la fragilité de l'environnement physique et des

changements dans les traditions pastorales nomades, qui accélèrent ce processus (Aidoud, 1994).

Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans le système de production essentiellement extensif, sont soumis à une pression croissante, engendrant une dégradation importante des écosystèmes. Un des principaux facteurs est le surpâturage produit par un cheptel de plus en plus important (Nedjraoui, 2011).

La région d'étude, connaît une utilisation anarchique, engendrant un processus de dégradation rapide et alarmant. Ce processus, sous le double effet de la détérioration des conditions climatiques et de la forte pression anthropozoïque, s'intensifie et contribue à une accélération de la dégradation de la végétation induisant une érosion de la biodiversité végétale.

Pour combattre la dynamique régressive des parcours et pouvoir proposer une démarche durable, l'action primordiale est d'initier des travaux d'évaluation et de suivi de l'état de l'environnement en générale, de la végétation en particulier, pour assurer une meilleure gestion de ces parcours, par une utilisation rationnelle des ressources fourragères disponibles.

C'est dans ce sens que s'inscrit notre travail, qui vise au suivi de l'évolution spatio-temporel des parcours et à travers la détermination de la composition chimique permettant le calcul de la valeur nutritive des principales plantes des parcours de sud de la région de Tébessa et de définir une stratégie de gestion de l'écosystème afin d'en assurer un développement durable.

## **I- La steppe algérienne**

### **I-1 Définition**

Selon Aidoud (1996), la steppe est un milieu aride qui n'offre que des conditions extrêmes pour l'établissement et le maintien d'une végétation pérenne.

Pour Le Houerou (1995), la steppe est une étendue aride couverte d'une végétation basse et clairsemée, dominée par les espèces, dépourvues d'arbres où le sol nu apparaît dans des proportions variables. Alors que, Bourbouze et Donadieu (1987), définissent la steppe comme étant une formation végétale; primaire ou secondaire, basse ou ouverte, donc elle est caractérisée par une discontinuité du tapis végétal.

En Algérie, la steppe constitue une vaste région qui est située entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud, formant un ruban de 1000 km de long, sur une largeur de 300 km à l'Ouest et au centre, réduite à moins de 150 km à l'Est. Les limites de cette dernière s'appuient sur les critères pluviométriques entre 100 et 400 mm de pluviosité moyenne annuelle (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

### **I-2 Les limites**

La steppe englobe le territoire de douze wilayas : Biskra, Khenchla, El Bayadh, Djelfa, Naama, Tiaret, Tébessa, Laghouat, Saïda, M'sila Souk Ahras et Batna. Cette zone se compose de trois sous zones :

- a. La steppe du nord : dite steppe supérieure à l'influence tellienne, située entre les isohyètes 300 et 400 mm. Elle constitue la sous zone qui est riche en végétation.
- b. La steppe du sud : dite steppe chaude à influence saharienne. Elle est située entre les isohyètes 200 et 300 mm.
- c. La steppe pré saharienne : située au sud de l'atlas saharien, entre les isohyètes 100 et 200 mm. Elle est caractérisée par un climat aride. (Aidoud, 1996; Nedjraoui, 2003)



**Figure 01:** Limites géographiques de la Steppe (Benslimane et al., 2008)

### I-3-Les caractéristiques écologiques

#### I-3-1 Le climat

Les zones steppiques sont caractérisées par une longue période de sécheresse estivale variant de 5 à 6 mois, l'influence du Sahara confère à ces régions un climat sec et chaud avec une amplitude thermique très importante.

L'écosystème steppique est marqué par une grande variabilité interannuelle des précipitations; les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité moyenne annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante.

Le climat est marqué généralement, par :

- Une pluviométrie très irrégulière, les pluies tombent sous forme de grosses averses.

La pluviosité moyenne annuelle est faible et se situe à une moyenne générale de 250 mm/an.



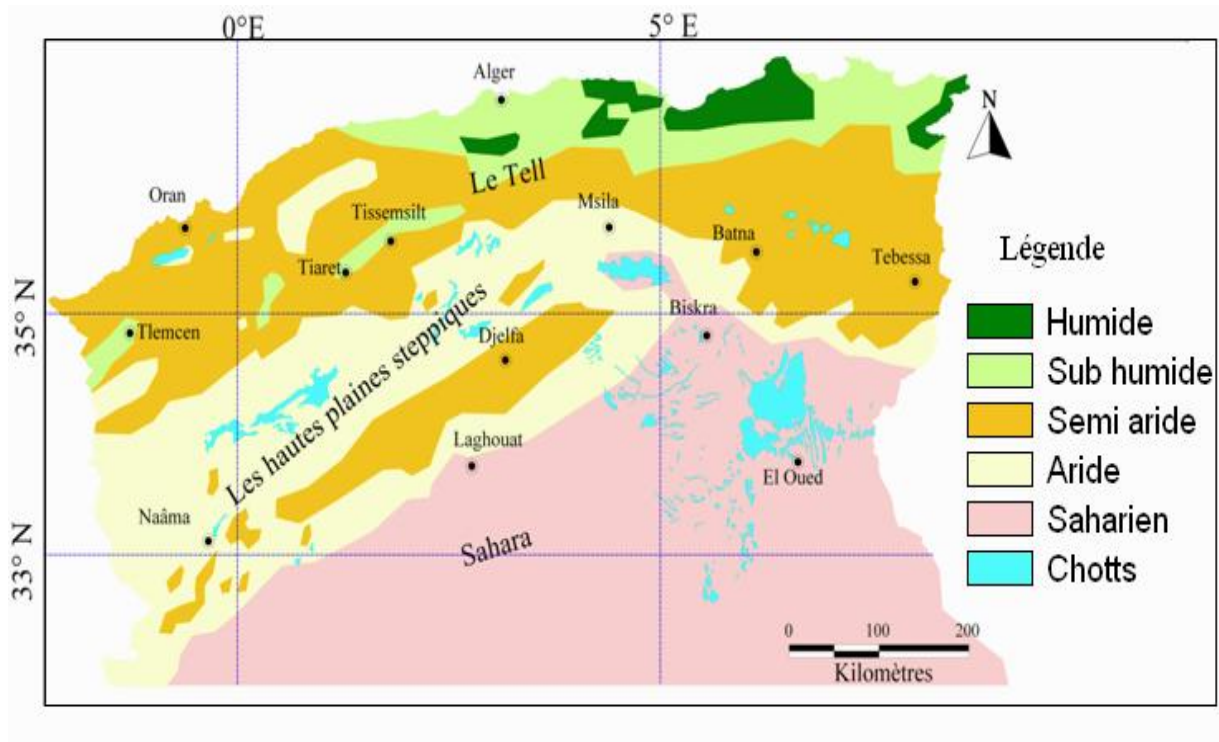
- Des températures variables avoisinant 40<sup>0</sup> C en été et un hiver très rigoureux. L'amplitude des températures moyennes annuelles est supérieure à 20<sup>0</sup> C (Nedjimi et Guit, 2012).

D'après Le Houerou (1977), la steppe connaît un régime thermique contraste du type continental, janvier est le mois le plus froid, la moyenne des minima du mois le plus froid varie de -2°C à + 6°C, la moyenne des maxima du mois le plus chaud est compris entre les isothermes 34°C et 37° C.

Selon Benrebiha (1984), la steppe, par sa situation subit entre les hautes pressions sahariennes et les dépressions localisées en Europe ou sur le nord de l'Algérie, des vents fréquents et souvent violents. L'action des vents est bénéfique lorsqu'ils apportent l'humidité. Il est cependant néfaste à double points de vue:

- Par leur persistance et leur force; les vents secs activent l'évapotranspiration, dessèchent les sols, et contribuent à l'aspect aride de la steppe.

- Par leur action thermique; les vents secs et glaciaux sont redoutables car ils font geler les jeunes pousses des pâturages.



**Figure 02** : Carte bioclimatique de l'Algérie. (ANAT, 2004).

### I-3-2 Hydrographie

Le réseau hydrographique est fortement influencé à la fois par les variations saisonnières et interannuelles de la pluviométrie et le relief de cette région. Les oueds sont irréguliers, ils sont généralement secs en été. Des crues violentes surviennent souvent au début et à la fin de l'hiver. L'eau de ces oueds finit leur parcours en se perdant dans des grandes dépressions qu'on appelle les chotts (Khelil, 1997).

Selon Nedjraoui et Bédrani, (2008), les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. Les points d'eau sont au nombre de 6500 dont plus de 50 % ne sont plus fonctionnels.

### I-3-3 Pédologie

D'après Le Houèrou, (1995) les sols sont pauvres en matière organique de 0.1 à 1 % et peu évolués et les sols azonaux comprennent d'importantes superficies de sols halomorphes, hydromorphes.

Les sols de la steppe présentent deux caractères principaux,

- ✓ Une structure fragile avec prédominance des sols minces de texture fine (limoneux) qui sont exposés à tout type de dégradation. Ces sols sont de fertilité faible, pauvre en matière organique et en revanche riche en calcaire.
  
- ✓ L'existence de bons sols mais de surface limitée et de localisation précise.

### **I-3-4 La végétation**

La steppe se caractérise par une végétation spontanée, adaptée au xérophytisme et aux sols des régions arides.

Selon Le Houerou, (1985); Aidoud et Nedjraoui, (1992); Nedjraoui, (2001); Nedjraoui, (2003), la steppe est dominée par quatre grands types de formation végétale :

Les formations à Alfa (*Stipa tenacissima*) présentent une forte amplitude écologique. On les retrouve en effet dans les bioclimats semi arides à hiver frais et froid, et dans l'étage aride supérieur à hiver froid. Ces steppes colonisent tous les substrats géologiques de 400 à 1 800 m d'altitude. La production de l'alfa peut atteindre 10 tonnes MS/ha mais la partie verte qui est la partie exploitable à une production de 1000 à 1 500 kg de MS/ha. L'alfa présente une faible valeur fourragère de 0,3 à 0,5 UF/Kg de MS. Cependant, les inflorescences sont très appréciées (0,7 UF/Kg de MS). La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique.

- Les formations à armoise blanche (*Artemisia herba alba*) sont situées dans les étages arides supérieur et moyen à hiver frais et froid avec des précipitations variant de 100 à 300 mm. Ce type de steppe s'étale sur les zones d'épandage dans les dépressions. La production primaire varie de 500 à 4 500 kg MS/ha avec une production annuelle totale de 1 000 kg MS/ha. La production annuelle consommable est de 500 kg MS/ha, soit une productivité pastorale moyenne de 150 à 200 UF/ha. L'armoise ayant une valeur fourragère moyenne de 0,65 UF/kg MS, les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs

parcours utilisés pendant toute l'année et en particulier en mauvaises saisons, en été et en hiver où elles constituent des réserves importantes. L'armoïse est une espèce bien adaptée à la sécheresse et à la pression animale, en particulier ovine. Le type de facies dégradé correspond à celui de *Peganum harmala* dans les zones de campement des éleveurs et autour des points d'eau.

- Les formations à sparte (*Lygeum spartum*) ces formations sont soumises à des bioclimats arides supérieurs et moyens à hivers froids et frais. L'espèce *Lygeum spartum* ne présente qu'un faible intérêt pastoral (0,3 à 0,4 UF/kg MS). Les steppes à sparte sont peu productives avec une production moyenne annuelle variant de 300 à 500 kg MS/ha, mais elles constituent cependant des parcours d'assez bonne qualité. Leur intérêt vient de leur diversité floristique et de leur productivité relativement élevée en espèces annuelles et petites vivaces, elle est de 110 UF/ha/an en moyenne.

- Les formations à Remt (*Arthrophytum scoparium*) forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12,5 %. Les mauvaises conditions de milieu (conditions édapho-climatiques) font de ces steppes, des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur énergétique de l'espèce est de l'ordre de 0,2 UF/kg de 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 camelins.

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).

En Algérie, les parcours naturels se localisent essentiellement dans la région steppique qui se caractérise par les conditions d'aridité de son climat avec une pluviométrie de 100 mm à 400 mm (Brouri, 2011).

La plus part 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).

## **II-1 Situation des parcours**

Selon une étude réalisée par HCDS, sur une superficie de 26,8 millions d'ha, la superficie des parcours steppiques est estimée à 21.802.761,88 ha (soit 81,20 % de la superficie totale de la zone étudiée (Brouri, 2011). Ces parcours sont repartis selon les faciès végétaux comme suit:

- Le faciès à Alfa (*Stipa tenacissima*) couvre 3.945.436 ha, soit 18 % de la surface des parcours.

- Le faciès à Armoise ou Chih (*Artemisia herba alba*) couvre 1.156.127 ha (5,30 % de la superficie totale des parcours).

- Le faciès à sparte ou Sennagh (*Lygeum spartum*) occupe 360.389 (1,66 % de la superficie totale des parcours).

- Les steppes à remt ( *Arthrophytum scoparium* ) forment, des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12,5 %.

- Les halophytes représentées par les *Atriplex* (Guettaf), les *Sueda* et les *Salsola*, comptent 1.269.267 ha (5,82 %).

- Les psammophytes (des steppes arbustives) à *Retama raetam*, *Aristida pungens* et *Thymellaea microphyla* couvrent 1.233.046 ha, soit 5,65 % de la surface totale des parcours.

**Tableau 01** : Les principales formations végétales steppiques et occupation du sol de la superficie étudiée par HCDS (Brouri, 2011)

Formations	Faciès	Superficie (ha)	%
Steppe	Steppe de dégradation	3.979.495,86	18,25
	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> ( alfa)	3.945.436,86	18
	Steppe à <i>Artemisia herba alba</i> ( chih )	1.156.127,38	5,30
	Steppe à <i>Noaea mucronata</i> et <i>atractylis</i>	3.863.894,82	17,72
	Steppe à <i>Lygeum spartum</i> ( sparte)	360.989,37	1,65
	<i>Hammada scoparia</i> (Remt)	5.103.243,1	23,40
	<i>Salsola vermiculata</i> Farsetia ; <i>Anabasis</i> ;	862.943,65	3,95
	Psammophile	1.233.046,94	5,65
	Halophile Dépression	1.269.267,03	5,82
Cultures	Cultures, plantations, palmeraie	3.373.566,80	12,56 %
Forêts	Forêt ; Matorral ; Reboisement	1.417.051,41	5,27 %
Divers	Chott, Sol nu, Dunes, Plan, Urbain	255.938,80	1 %
	<b>Total</b>	26.849.318,70	100 %

## II-2 La production des parcours

Les productions fourragères (exprimée en unités fourragères/ha) sont présentées dans le tableau 02

**Tableau 02:** La production fourragère des formations végétales (UF/ha) (Brouri, 2011)

	<b>Superficies</b>	<b>%</b>	<b>Production totale (UF/ha)</b>	<b>%</b>	<b>Prod_moyenne (UF/ha)</b>
<b>10 UF/ha</b>	13 297 405,42	61,38	106 868 534,16	22,91	8,03
<b>10 à 30 UF/ha</b>	4 340 070,53	20,03	114 522 863,65	24,55	26,38
<b>30 à 50 UF/ha</b>	514 074,98	2,73	25 198 462,94	5,40	49,01
<b>+ 50 UF/ha</b>	3 509 741,31	16,20	219 898 294,77	47,14	62,65
<b>-</b>	21 661 292,24	100,00	466 488 155,52	100,00	21,53

La production fourragère totale des parcours est de 1,571 Milliards d'UF, avec une production moyenne de 72,53 UF/ ha

- Le taux de contribution des espèces pérennes à la production est de 29,6 % soit 466 488 155 UF par contre les annuelles contribuent à 70,32% soit 110 477 419 UF.

- En termes de production fourragère à l'hectare :

- 88 % de la superficie des parcours donnent moins de 100 UF/ha, soit 78,57 % de la production totale.

- 12 % produisant plus de 100 UF/ha.

### II-3 La charge animale

La répartition des parcours en fonction de leur capacité de charge déterminée sur la base des productions fourragère (tableau 03), amène à la situation suivante :

52 % de la superficie des parcours ont une capacité de charge supérieur à 6 ha /tête

48 % de la superficie des parcours ont une capacité de charge inférieure à 6 ha/tête.

La charge animale moyenne est de 5.65 ha/ tête ce qui signifie que par rapport a aux capacités de production actuelle les parcours étudiés ne peuvent alimenter que 3.8 millions de têtes.

**Tableau 03:** La répartition des parcours en fonction de leur capacité de charge (Brouri, 2011)

Classes de charge HA/tête)	Superficies (ha)	%	Charge totale (têtes)	%	Charge moyenne (ha/tête)
0 à 4 ha/tête	2 354 746,45	10,86	685 679,64	17,88	3,46
4 à 6 ha/tête	8 104 144,80	37,38	1 902 153,35	49,57	4,28
6 à 8 ha/tête	1 457 711,09	6,73	214 210,34	5,58	6,85
8 à 10 ha/tête	8 219 157,41	37,91	986 897,15	25,72	8,33
10 ha/tête	1 542 439,38	7,12	47 853,74	1,25	34,88
-	21 678 199,13	100,00	3 836 794,22	100,00	5,65



## **II-4 Causes de dégradation**

### **II-4-1-Causes naturelles**

#### **a Érosion hydrique et éolienne**

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

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

#### **b La sécheresse**

Les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. L'action de l'érosion éolienne accentue le processus de désertification. Elle varie en fonction de l'importance du couvert végétal (Aidoud et al, 2006).

Dans un milieu ouvert où la végétation a un taux de recouvrement inférieur à 30%, l'action du vent opère un tri en emportant les fines particules telles que le limons et les argiles et laisse sur place des sols squelettiques à dominance d'éléments

grossiers présentant un faible pouvoir de rétention d'eau, qui ne peut favoriser la remontée biologique. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 150 à 300 t/ha/an, dans les steppes défrichées (Le Houérou, 1996)

L'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui, sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement qui provoque la formation de rigoles et de ravines entaillant profondément la surface du sol (Le Houérou, 1995).

### **c Problème de salinité des sols**

Plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, gypseux ou salsodiques (Halitim, 1988). Du fait des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année, les précipitations subissent après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol. On trouve deux types de dépressions salées aux niveaux des régions arides et semi-arides dont les termes vernaculaires sont Chott et Sebkha (Pouget, 1980); la différence entre ces deux noms réside dans le mode d'alimentation. Les sebkhas sont sous la dépendance d'apport des eaux de crues et les Chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes arrivant jusqu'en surface par des sources et/ou des suintements. Les Chotts seraient de véritables «machines évaporatoires», en période pluvieuse normale (hiver, printemps) une couche d'eau de quelques centimètres, saturée en sel (300-400g/l) recouvre la surface, laissant après évaporation des dépôts surtout de chlorure de sodium, parfois exploitables. Après de

fortes pluies, les Chotts peuvent constituer de véritables lacs de plusieurs mètres de profondeurs; quelques mois après, l'évaporation très forte assèche complètement la surface. Le vent balayant cette surface desséchée et dénudée peut, dans certaines conditions, entraîner des particules argileuses et des cristaux de sels (chlorure de sodium, gypse) qui s'accumulent en bordure de la dépression (Boumezbeur et Benhadj, 2003 ; Nedjimi, 2012). Tout autour de ces systèmes, la présence d'une nappe phréatique plus ou moins salée et inégalement profonde contribue à la formation de sols halomorphes (Pouget, 1973).

#### **II-4-2 Causes anthropiques**

L'équilibre des écosystèmes naturels a été fortement perturbé au cours des récentes décennies dans la plupart des régions arides et semi-arides sous l'effet de la modification des systèmes d'exploitation du milieu liée à la transformation des conditions socio-économiques et à l'évolution des techniques de production (Le Houérou, 2002).

En effet, suite à l'accroissement démographique et à la sédentarisation d'une partie croissante de la population, on assiste à une extension rapide de l'agriculture au détriment des meilleures zones pastorales dont la végétation naturelle est détruite par des moyens mécaniques de plus en plus puissants. Cette destruction est également aggravée par l'accroissement de la pression animale sur les surfaces pastorales de plus en plus réduites et par le prélèvement des produits ligneux destinés à la satisfaction des besoins en combustibles (Floret et al, 1992).

Ces différents phénomènes ont contribué à accroître la fragilité des écosystèmes, à réduire leur capacité de régénération et à diminuer leur potentiel de production.

Dans les zones les plus vulnérables, la surexploitation des ressources naturelles renouvelables a eu pour effet de favoriser différents processus de dégradation conduisant à une progression rapide de la désertification. L'économie de ces zones est basée sur l'élevage extensif des ovins, ainsi que sur la culture sporadique de céréales en sec (Le Houérou, 2001).

Le problème majeur auquel l'élevage fait face dans ces zones est la rareté et l'irrégularité des ressources alimentaires. La production animale des ruminants dans les zones arides se caractérise par des crises périodiques dues à des disettes résultant de la sécheresse (Le Houérou, 2006).

Compte tenu de l'état de dégradation des écosystèmes naturels et de la forte pression humaine et animale qui s'exerce sur ces écosystèmes, la reconstitution du couvert végétal ne peut plus être assurée dans la plupart des cas par les mécanismes naturels de régénération et nécessite le recours à des techniques d'aménagement et de gestion des terres.

Ces techniques se basent sur l'utilisation judicieuse des eaux de pluie et la plantation d'espèces ligneuses contribuant aussi bien à l'accroissement de la production qu'à la protection des sols contre l'érosion (Khaldi, 2014 ; Le Houérou, 1992).

La dégradation des parcours steppiques due aux phénomènes naturels est amplifiée par la pression croissante que l'homme et ses troupeaux exercent sur ces écosystèmes, ce qui accélère le processus de dégradation des végétations steppiques.

La sédentarisation des éleveurs, la situation du foncier ainsi que celle du marché de la viande et des céréales incitent au développement des formes d'exploitation dite minière des steppes (Nedjimi, 2012; Benabdeli, 2000).

### **a Evolution de la population steppique**

Une forte croissance démographique est enregistrée durant la dernière moitié du siècle. La population de la steppe qui était de 900 milles habitants en 1954, est estimée à plus de sept (07) millions d'habitants en 1999 (HCDS, 2005).

La transhumance ou déplacement de grande amplitude (Achaba; transhumance d'été vers les chaumes des zones telliennes ou Azaba; transhumance d'hiver vers les piémonts Nord de l'Atlas Saharien) qui permettait dans le passé une utilisation rationnelle des ressources naturelles, ne concerne plus que cinq (5%) de la population steppique (Nedjimi *et al* ,2008). Le reste de la population est devenu semi-sédentaire. Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière, élevage et sédentarisation (Khaldoun, 2000).

La principale conséquence de cette transformation du mode de gestion des parcours est la surexploitation des ressources biologiques et la dégradation des terres. L'équilibre social et biologique se trouve fortement perturbé par l'intensification des besoins engendrés par la croissance démographique et la mutation de la population

steppique, dont une grande partie a rejoint d'autres secteurs d'activités (Nedjraoui et Bedrani, 2008).

La diminution de la population vivante en zones éparses et la baisse de la population nomade traduisent l'importance de la sédentarisation qu'ont vécue les steppes ces dernières années. Il ressort que, la croissance démographique et la sédentarisation de plus en plus importante ont eu comme conséquences l'augmentation de la pression sur les ressources et l'intervention anarchique de l'homme. La pression humaine continue est à l'origine de l'important déséquilibre écologique des zones steppiques (Bensouiah, 2006).

### **b Surpâturage**

Le souci majeur de tout pasteur en milieu steppique, est le désir permanent d'accroître l'effectif de son cheptel, avec une diversification des espèces animales.

Ainsi, si les ovidés et les caprinés constituent les deux composantes majeures des troupeaux, l'effectif des camélidés reste également à considérer, en particulier sur les formations végétales halophiles de la steppe algérienne. Cette composition des troupeaux se traduit par une incontestable pression animale sur la végétation steppique du milieu aride, élargissant de fait le spectre d'acceptabilité et d'appétabilité des espèces pastorales ((Bourbouze et Qarro, 2000).

Le surpâturage est défini comme étant un prélèvement d'une quantité de végétal supérieur à la production annuelle des parcours (LE Houerou, 1995). La majeure partie de la population steppique tire ses revenus à travers la pratique de l'élevage d'un cheptel principalement ovin (Soto G, 1997).

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.

L'effectif du cheptel pâturant en zones steppiques et dont la composante prédominante est l'espèce ovine, n'a cessé d'augmenter depuis 1968. La croissance accélérée de l'effectif a pratiquement triplé le troupeau ovin en l'espace de quarante (40) ans. De 5.600.000 têtes en 1968, le cheptel ovin passe à 16.800.000 de têtes en 2008 (Tableau 04). Il en ressort, que l'effectif du cheptel pâturant sur la steppe, a subi une croissance énorme depuis 1968. La superficie des parcours a en revanche subi une régression considérable, en particulier sous l'effet du défrichement pour la céréaliculture. De ce déséquilibre, résulte une augmentation de la charge pastorale, communément désignée par surpâturage (Boucif, 2014 ; Nedjraoui et Bedrani, 2008).

**Tableau 04** : Effectif du cheptel ovin en régions steppiques (milliers de têtes)  
(Boucif, 2014).

<b>Années</b>	<b>1968</b>	<b>1978</b>	<b>1988</b>	<b>1998</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>
<b>Ovins</b>	5 600	8 500	12 000	16 320	16 800	20 000

Selon Aidoud, (1989), l'impact du surpâturage sur la végétation se traduit par :

- le développement dominant des espèces indésirables, refusées ou très peu consommées par les ovins ;
- la régression du couvert végétal en général, et particulièrement les pérennes ;

- le développement d'une flore post-pastorale riche en thérophytes, favorisée par la concentration des animaux (plantes nitrophiles).

### **c Défrichement des parcours et pratiques culturales**

Dans le souci de combler le déficit alimentaire du cheptel, causé par la sécheresse, les éleveurs des steppes, ont opté pour les céréales par le défrichement des parcours. La conséquence du labour sur de telles terres est l'augmentation de leur risque de dégradation par érosion (hydrique ou éolienne) (Bensouiah, 2006 ; Floret et al, 1992).

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

La superficie labourée en milieu steppique est estimée à plus de 02 millions d'hectares (MADR, 1998), la plus grande partie de ces terres se situe sur des sols fragiles en dehors des terres favorables des fonds d'oueds ou de Dayates. En effet, cette culture épisodique détruit les plantes vivaces qui sont remplacées par des espèces annuelles incapables de retenir le sol (Abdelguerfi et Laouar, 1997).

Les faibles rendements obtenus (2 à 5 qx/ha) sont loin de compenser la perte de sol qui en résulte et les nuisances générées (Le Houérou, 2002).

### **d Eradication des plantes ligneuses**

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



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

## II-5 L'élevage

Les zones steppiques sont aujourd'hui au cœur des préoccupations des pouvoirs publics qui cherchent à répondre à une demande sociale et économique grandissante.

Selon Kanoun *et al*, (2008), dans les espaces steppiques marqués par un environnement socio-économique et écologique particulier, le développement des productions animales doit répondre à la fois aux exigences d'une augmentation de la productivité pour satisfaire une demande croissante d'origine animale, au maintien de l'activité en zone rurale afin de lutter contre la pauvreté et l'exode et dans la mesure de possible, à la préservation des ressources naturelles.

Selon Bourbouze, (2006), l'espace steppique qui représente le premier fournisseur des viandes rouges ovines, a subi durant le dernier siècle des transformations qui portent à la fois sur l'organisation sociale, sur l'économie et sur les écosystèmes.

L'élevage pastoral des petits ruminants (ovins et caprins) qui reste toujours l'activité principale, est soumis à de fortes incertitudes liées aux aléas climatiques et aux variations des prix des animaux et des grains, ce qui peut expliquer la faiblesse

des investissements et du niveau de la productivité, le faible niveau d'obtention de crédits, et une certaine marginalisation (Bencharif., 2011).

### **II-5-1 Systèmes d'élevage**

Le système d'élevage dans le milieu steppique est un élevage pastoral extensif, c'est un model traditionnel avec des animaux de race locale. Ce système est rencontré sous trois formes qui traduisent le mode de vie et l'utilisation des parcours par les éleveurs.

#### **II-5-1-1 Le nomadisme**

Selon Bourbouze et Donadieu (1987) on parle de déplacement incessant mais non anarchique des troupeaux, sur des étendues plus ou moins vastes, accompagnés de toute la population dont l'habitat est aussi mobile. C'est un système semi extensif sédentaire caractérisé par une adaptation aux contraintes des régions arides en vue de l'utilisation des maigres ressources du milieu, les troupeaux doivent parcourir plusieurs kilomètres par jour pour s'alimenter et s'abreuver.

#### **II-5-1-2 La transhumance**

Selon Nadjimi et Guit, (2012) ; Bourbouze et Donadieu (1987) et Renault-Benmiloud, (1980), la transhumance est défini comme étant des déplacements saisonniers, des déplacements en famille avec les troupeaux vers les lieux fixes, et, déplacement entre un habitat et un campement ou entre deux habitats fixes. C'est un déplacement périodique des animaux au mois de janvier d'un pâturage d'hiver sur les parcours vers un pâturage d'été sur les hauts plateaux céréaliers, ce transfert est appelé « achaba ». Au nord, cette période coïncide avec le début des moissons, en

automne les pasteurs regagnent les parcours d'origine et retrouvent les premières pousses d'une végétation steppique. En hiver, si les conditions sont rudes les éleveurs transhument vers le sud « azzaba ».

### **II-5-1-3 La sédentarisation**

Le système d'élevage sédentaire est basé sur l'alimentation du cheptel par les ressources situées à proximité de l'habitat fixe et sur les produits de l'agriculture de troupeaux de petite taille.

D'après Bedrani (1987), la sédentarisation est comme étant un phénomène ancien pour les pasteurs riches, ils ont investi dans l'immobilier, dans la construction des grands villages et grands villas. C'est un passage d'un mode de vie comportant des déplacements continuels à un mode de vie impliquant un établissement durable en un lieu déterminé.

### III-1 Définition

Selon Benmessaoud (2009), le terme de “Télédétection” (Remote Sensing en anglais) a été utilisé pour la première fois, en 1955, par Mme Evelyn Pruitt du bureau de la recherche navale des Etats-Unis, pour regrouper la photographie aérienne, l'obtention d'images par satellite, ainsi que d'autres formes de collecte de données à distance.

D'après Ferdinand, (1996), la télédétection se définit comme « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contacts matériels avec ceux-ci ».

La télédétection est aussi « la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Comme son nom l'indique, elle suppose l'acquisition d'informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté » (Bonn et Rochon, 1992).

Selon Tucker *et al.*, (1986), la télédétection est l'une des techniques les plus répandues dans leurs recherches pour l'analyse du changement et la classification d'occupation du sol.

La télédétection satellitaire est montrée comme un outil supplémentaire facilitant les campagnes de terrain (Girard et Girard, 1999).

La détection de changement est le processus qui consiste à identifier des différences dans l'état d'un objet ou d'un phénomène en l'observant à différentes dates (Haddouche, 2002).

La télédétection offre la possibilité de considérer les espèces ou les communautés d'espèces végétales et apporte une information sur la diversité de celles-ci par la prise en

compte de paramètres environnementaux comme la production primaire liée à la richesse spécifique, la distribution spatiale, ou encore la structure et la topographie (Bensaid *et al.*, 2003).

La télédétection est ainsi un bon outil pour l'obtention de données reflétant les interactions entre l'homme et son environnement pour comprendre la relation entre l'occupation du sol et l'utilisation du milieu.

L'image satellite est une image numérique, c'est-à-dire un assemblage de pixels, ou surfaces élémentaires, référencés en ligne et colonnes formant un maillage régulier de la surface totale balayée par le capteur. Chaque pixel' contient une somme d'informations codées par les valeurs des comptes radiométriques et les coordonnées en pixels.

### **III-2 Objectif de la télédétection**

La télédétection permet la production d'image ou de photographie qui, par l'interprétation des informations acquises, aboutit à des applications multiples et une meilleure gestion des ressources naturelles de notre planète (surveillance de l'environnement, agriculture, cartographie, aménagement).

### **III-3 Intérêt des images satellitaires dans le suivi des changements :**

La télédétection est basée sur des systèmes de capteurs optiques qui mesurent la quantité d'énergie solaire réfléchi par des types d'occupation du sol tel que des surfaces agricoles, des forêts, des marais ou autres. La quantité de cette énergie réfléchi se traduit par des variations de longueur d'onde qui résultent des propriétés physiques et chimiques des matériaux constituant la surface (Dubois *et al.*, 1997 in Benmessaoud, 2009).

La confusion spectrale entre des types d'occupation du sol varient au cours des années : des classes qui apparaissent très similaires en été, peuvent devenir séparables à des stades antérieurs ou ultérieurs du cycle phénologique (Bensaid *et al.*, 2003).

#### **III-4 Apports de la télédétection**

L'apport de la télédétection dans le suivi de la dynamique des aires agro-pastorales est très important. Les analyses diachroniques basées sur l'utilisation des photographies aériennes, des imageries satellitaires numériques de différentes périodes permettent de saisir non seulement la dynamique des zones de culture et pastorale, mais aussi de saisir l'ensemble des changements environnementaux, afin de les intégrer dans un système d'information géographique pour ainsi mieux cerner les changements intervenus dans un contexte spatial et temporel donné.

Dans la cartographie, la télédétection permet la réalisation des cartes thématiques, avec des statistiques d'occupation des sols, pour d'éventuels inventaires localisés. En plus, les imageries satellitaires viennent en compléments aux couvertures aériennes, qui sont les informations de base. Elles donnent une vision plus vaste d'un espace et permettent des analyses spécifiques approfondies sur la base de traitements spécifiques de celles-ci (images). Les prises de vue multi spectrale et la présentation des données sous formes numériques permettent de faire des combinaisons qui facilitent la reconnaissance de certains aspects particuliers.

La télédétection semble venir en appoint aux enquêtes traditionnelles sur l'occupation des sols, permettant du fait l'amélioration et la précision des résultats.

#### **III-5 L'indice de végétation**

Approche empirique pour identifier et suivre l'évolution temporelle des couverts végétaux, ainsi que pour évaluer certains paramètres du couvert comme la biomasse aérienne chlorophyllienne, les indices de végétation sont calculés soit à partir de mesures de réflectance sur le terrain, soit de comptes numériques fournis par des données satellites (Girard et Girard, 1999)

Les images basses résolutions, acquises quotidiennement par les satellites, permettent de calculer des valeurs moyennes de l'indice de végétation par décade. L'état des ressources végétales et les zones à risque peuvent ainsi être détectées. Il est alors possible, le cas échéant, de provoquer une alerte afin de tenter d'éviter d'atteindre un stade de dégradation avancée de ces ressources (Begni *et al.*, 2005).

### III-5-1 Principaux indices de végétation

De très nombreux indices de végétation ont été construits et utilisés depuis maintenant une quarantaine d'années (Bannari *et al.*, 1995). Ils prennent la forme soit d'expressions très basiques (simple différence ou simple ratio), soit de formules beaucoup plus complexes.

Le principal indice utilisé dans l'analyse des images satellites multi spectrales est l'indice de végétation normalisé (NDVI) qui va traduire la densité du feuillage et la proportion de sol effectivement couverte par la végétation (Ximenes *et al.*, 2005).

### III-5-2 L'indice de Végétation (NDVI) « Normalized Difference Vegetation Index » :

L'indice de végétation différence normalisé (NDVI) est une méthode éprouvée pour l'étude et la cartographie de la végétation. C'est l'indice le plus bien connu et le plus utilisé pour détecter les phases de développement de la plante verte à partir des données multi spectrales de télédétection.

Le **NDVI** est déterminé à partir des réflectances planétaires dans les canaux rouges (autour de 0.45  $\mu\text{m}$ ) et proche infrarouge (autour de 0.65  $\mu\text{m}$ ) (Rouse *et al.*, 1974; Tucker,

1986) : 
$$\text{NDVI} = (\text{pIR} - \text{R}) / (\text{pIR} + \text{R}),$$

où : pIR : Canal proche infrarouge ;

R : canal rouge.

Cet indice, très fortement corrélé avec l'activité chlorophyllienne de la végétation, est pertinent car la dégradation des zones arides passe d'abord par la dégradation de la couverture végétale.

Le NDVI est un indice normé qui varie entre - 1 et + 1 mais en général, les valeurs très basses (- 0,9 à 0) correspondent aux secteurs non végétalisés tels que les zones rocheuses, les sols nus, les surfaces d'eau ; les valeurs modérées (0,2 à 0,3) représentent les zones arbustives et de prairies, alors que les valeurs élevées (0,5 à 0,9) traduisent une végétation dense abondante.



## **I-1 Présentation de la wilaya de Tébessa**

La wilaya de Tébessa située au Nord-Est, avec ces 13878 Km<sup>2</sup> se rattache naturellement à l'immense étendue steppique du pays, elle est limitée au Nord par la wilaya de Souk-Ahras, à l'Ouest par les wilayates d'Oum El Bouaghi et Khenchela, au Sud par la wilaya d'El Oued et à l'Est, sur 300 Km de frontières, par la Tunisie (figure 04).

La wilaya de Tébessa chevauche sur des domaines physiques différents. Au Nord, le domaine Atlasique, au centre les hauts plateaux et les hautes plaines et au sud le domaine saharien.

La superficie totale de la wilaya se divise en quatre groupes homogènes :

**-Groupes A :** Zone Nord de la wilaya, à vocation céréalière et élevage, d'une superficie de 135000 ha (10 % de la superficie de la wilaya).

**-Groupes B :** Zone pré-steppique des hauts plateaux de la wilaya, d'une superficie de 229450 ha (17%).

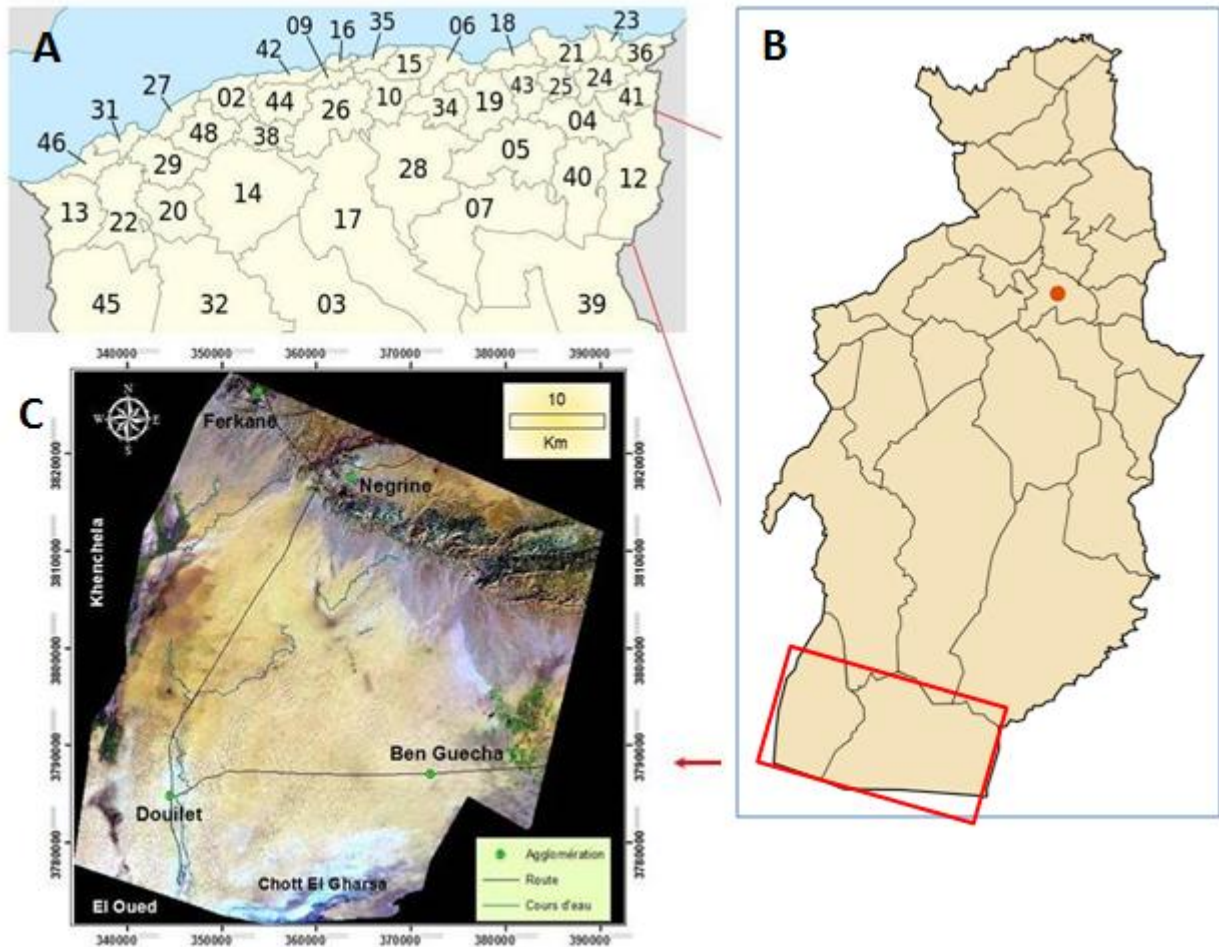
**-Groupes C :** Zone pastorale et steppique (alfa, atriplex, armoise).

**-Groupes D :** Zone pré-saharienne, représente 15 % de la superficie de la wilaya (202457 ha) (Benmahmoud, 2012 ; Benarfa, 2005).

La zone d'étude s'inscrit dans les vastes plateaux présahariens (Groupes D).

## **I-2 Présentation de la zone d'étude**

La zone d'étude est située dans la zone homogène du plateau saharien à typologie pastorale, à l'extrême sud de la wilaya de Tébessa, à 150 Km de son chef-lieu. La zone d'étude s'inscrit dans les vastes plateaux sahariens, que domine le dernier cordon montagneux de l'atlas-saharien.



**Figure 04 :** Situation de la zone d'étude, A Situation de la wilaya de Tébessa en Algérie, B Localisation de la region d'étude au sud de Tébessa, C composition colorée de la region d'étude.

### I-2-1 Le relief

La carte des pentes a été réalisée par (HCDS, 2007) permet de dégager quatre (04) classes de pentes renseignant sur la déclivité de la zone (Tableau 05) On distingue : la zone de montagne, la zone de piémonts et la zone de plaine.

-La classe 0-3 % : représente les pentes nulles à faibles (plaines et zones d'épandage). Cette classe de pente est la plus importante en surface dans la zone d'étude 80% de la superficie.

-La classe 3-12 % : pentes faibles à assez modérées 9%

-La classe 12,5-25% : pente assez forte, située sur collines et piémonts de montagnes 5% ;

-La classe +25% : pentes très forte, il s'agit de pente sur djebel et zones accidentées 5%

D'une manière générale, la topographie de la région est relativement plane car les classes de pentes inférieures à 12 % occupent environ 90 % de la superficie totale de la région.

**Tableau 05:** Classes des pentes dans la région d'étude (HCDS, 2007)

Pentes	0-3%	3 -12%	12.5 – 25%	> 25%	<b>Total (ha)</b>
Superficie	125788,85	14357,63	8052,48	8526,94	<b>156721</b>
%	80,26	9,16	5,13	5,44	<b>100</b>

### **I-2-2 Climat**

Le climat est un facteur qui définit toute activité agricole et sa qualité d'une part et son importance et son impact sur la croissance et le renouvellement de la végétation steppique d'autre part.

Par manque de station météorologique spécifique à la région d'étude, ou du moins à la zone environnante, nous prenons la station de Biskra qui se situe dans la même tranche pluviométrique (d'après la carte pluviométrique de l'A.N.A.T) (figure 05).

Nous essayerons d'analyser les variations de quelques paramètres climatiques qui ont une influence sur l'offre fourragère de la région d'étude. Les valeurs portent sur une période de treize ans, s'étalant de 1990 à 2012, on s'appuie sur les données climatiques recueillies de l'ONM (station de Biskra).

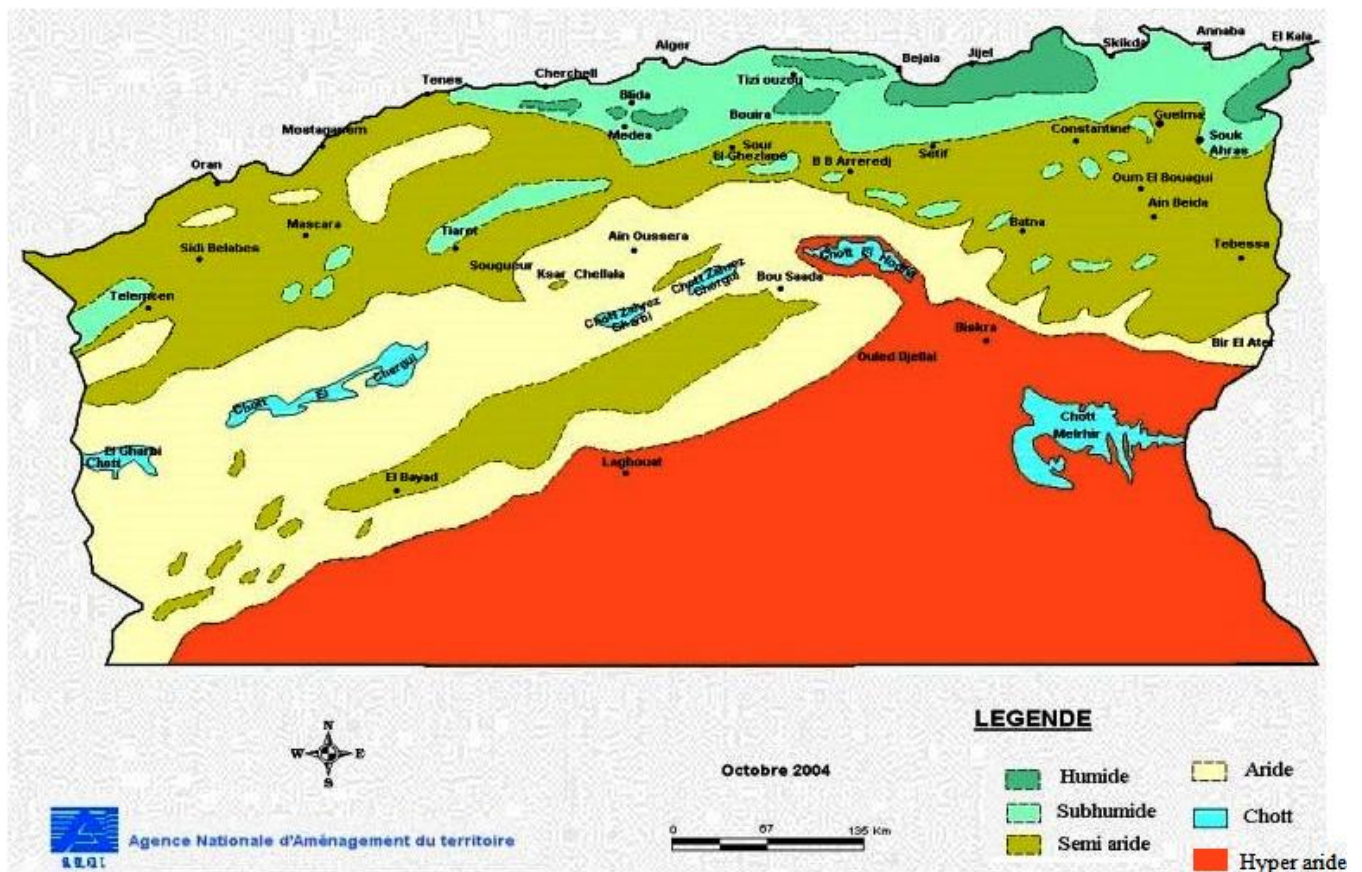


Figure 05. Carte pluviométrique de l'Algérie. (Source ANAT, 2004)

### a Variations annuelles des précipitations

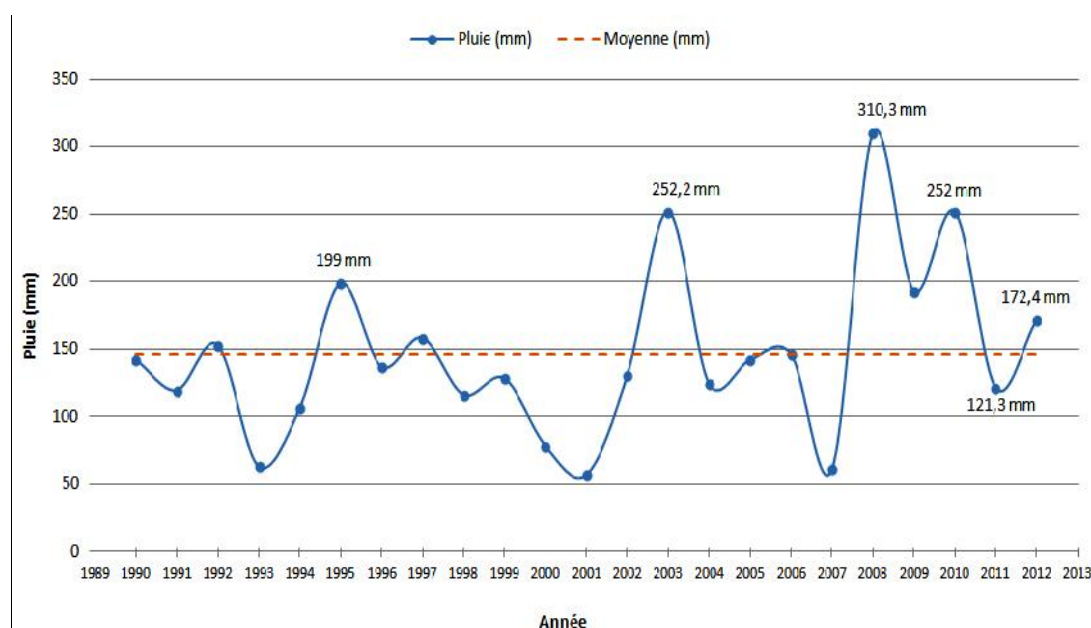
Le climat de la région d'étude se caractérise par une saison sèche la majeure partie du temps. Les précipitations sont faibles avec une moyenne annuelle comprise entre 100 et 150 mm qui sont réparties inégalement dans l'année. La chaleur est excessive en été avec une précipitation insuffisante et variable durant l'année.

L'analyse des données, montre que les années les plus arrosées sont celles de 2008 avec un cumul annuel de 310.3 mm, 2003 avec 252.2 et 2010 avec 252 mm (tableau 06 et figure 06). Par contre, les années les plus sèches sont celles de 2001 avec 57,1 mm, 1993 avec 63,6 mm et 2000 avec 78,9 mm.

**Tableau 06 :** pluies annuelles à la station de Biskra, 1990 – 2012 (ONM)

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Pluie (mm)	143	119,7	153,6	63,6	106,3	199	137,4	158,8	116,5	128,8	78,9

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moy 1990-2012
	57,1	131	252,2	124,5	142,6	146,6	61,4	310,3	193,1	252	121,3	172,4	146,5



**Figure 06:** Variations interannuelles des pluies (1990 – 2012)

### b Variations mensuelles des précipitations

Il existe une grande variabilité mensuelle inter-annuelle des précipitations de la région d'étude, avec un maxima de 21.6 mm enregistrée en janvier et un minima de 0.5 enregistré en juillet (tableau 07). D'une façon générale, les précipitations mensuelles sont faibles et présentent un déficit estival à partir du mois du mai.

Une pluie automnale précoce favorise la germination des semis et le démarrage du cycle végétatif après une période de repos estivale, d'autant plus que la température ambiante

est favorable. De même, les pluies tardives de printemps permettent aux nouvelles plantules d'aborder la période sèche estivale dans un état d'autodéfense (Ferchichi, 1996).

Le Houérou (1969) a conclu que l'efficacité des pluies est inférieure à 50% dans l'étage bioclimatique aride supérieur et à 40% dans les étages, aride inférieur et saharien supérieur.

**Tableau 07** : variation des pluies et des températures mensuelles interannuelles, (1990 - 2012)

Mois	J	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D
Pluie (mm)	21,6	10,5	19,1	20,0	9,1	4,0	0,5	1,7	14,9	15,3	17,9	12,0
Température (oC)	11,9	13,7	17,4	20,6	26,0	30,8	34,3	33,9	28,9	23,8	17,1	12,8

### c Température

La chaleur a son importance dans la croissance des plantes steppiques et dans la délimitation des zones, sachant que chaque plante a son espace actif et thermique dans lequel elle évolue. Généralement plus on va au Sud de la région d'étude plus la température augmente, et plus le nombre d'espèces végétales diminue.

**Tableau 08** : variation des températures mensuelles interannuelles (1990 - 2012)

Mois	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	Moy
<b>T°C Minimale</b>	6,9	8,2	11,6	14,7	19,9	24,4	27,7	27,6	23,3	18,3	11,9	7,9	<b>16,21</b>
<b>T°C Maximale</b>	16,9	19,2	23,2	26,4	32,1	37,2	40,8	40,1	34,4	29,2	22,2	17,7	<b>28,28</b>
<b>T°C Moyenne</b>	11,9	13,7	17,4	20,6	26,0	30,8	34,3	33,9	28,9	23,8	17,1	12,8	<b>22,2</b>

D'après le tableau 08 les moyennes de températures maximales (28.28 °C) et celles des températures moyennes (22.53°C) ne sont pas trop loin, les unes des autres.

Les températures minimales dont la moyenne des 12 mois est de 16,21 permettent de voir quand même que l'hiver est relativement frais, car le mois de Janvier enregistre une moyenne

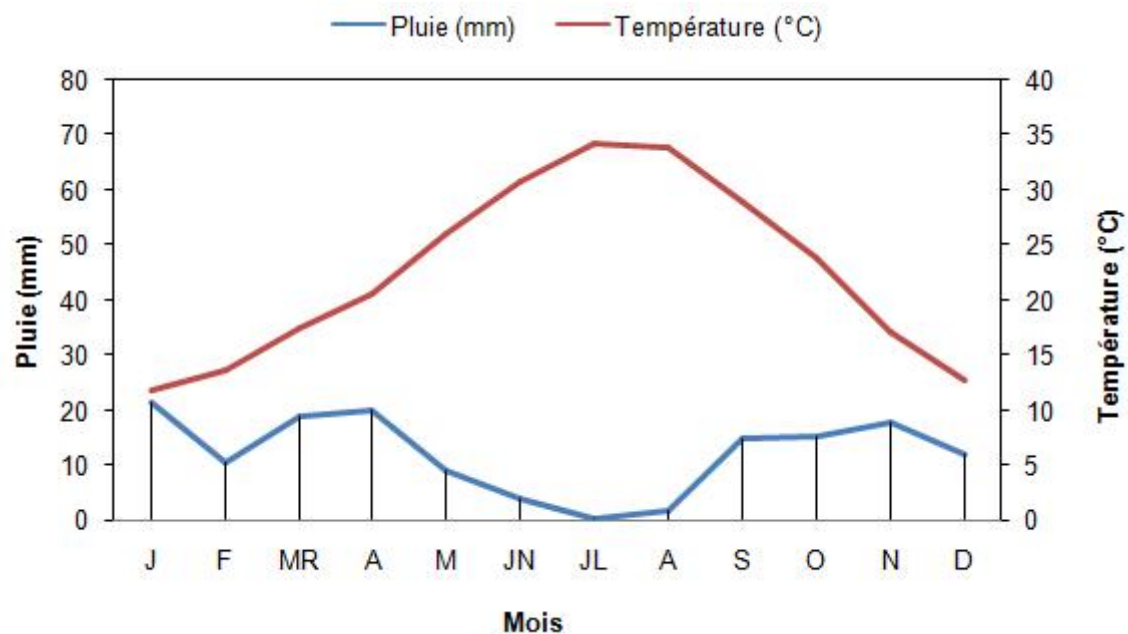
de 6,9. Enfin les températures à retenir sont les suivantes :

-Le mois le plus froid est Janvier avec 6,9.

-Le mois le plus chaud est Juillet avec 40,8.

#### d- Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Gaussen (figure 07) montre que la saison sèche s'étale presque sur toute l'année. Elle débute du mois de février jusqu'à fin décembre (un mois est considéré comme étant sec si la pluviosité (mm) est égale ou inférieure au double de sa température moyenne mensuelle).



**Figure 07** : Diagramme ombrothermique de la région d'étude pour la période 1990 - 2012

#### e- Les vents

Selon Seltzer, (1936), les vents dominants sont ceux du Nord Ouest, Sud Est et Ouest. Les vents du Nord et du Nord Ouest amènent les pluies pendant la saison humide et adoucissent le climat en réduisant les fortes chaleurs durant l'été, leur fréquence est de 46 %. Il est à noter la faible fréquence des vents du Nord. Les vents du Sud Est et Sud Ouest sont généralement des vents secs qui accentuent les fortes chaleurs en été, leur fréquence importante représente 32 % par rapport au total.

Les vents de direction Sud sont marqués par le Sirocco, qui est un vent chaud et sec et qui souffle en été en direction général du sud vers le nord.

### I-2-3 Couvert végétal

Le couvert végétal naturel rencontré est de type dégradé, il est constitué de touffes de plantes clairsemées adaptées au sol et au climat (photo 1). Vers le Sud, la végétation devient plus rare et plus dégradée (photo 2) du fait de la surexploitation des quelques nappes vertes



Photo 1 et 2 : Plantes clairsemées (Negrine)



### I-3- Données climatiques du milieu d'étude durant la période expérimentale (années 2010, 2011 et 2012)

#### I-3-1 Les pluies

L'analyse des valeurs mensuelles de pluie sur les trois années (tableau 03), fait ressortir un maximum pour l'année 2011 en octobre et un minimum sur trois mois en 2010, six mois en 2011 et 2 mois en 2012 de 00 mm, le mois de juillet enregistre 00 mm durant les trois années, ce qui nous indique la faiblesse des précipitations et surtout l'irrégularité permanente (figure 08 et 09).

**Tableau 09 :** Variations mensuelles et saisonnières des pluies pour les années 2010, 2011 et 2012

Année	2010	2010	2011	2011	2012	2012
Mois						
Décembre	0	8,5	0	3,3	3,8	23,6
Janvier	7,9		0		17,3	
Février	0,6		3,3		2,5	
Mars	52,1	182,4	8,7	15,6	12,6	62
Avril	60,8		6,9		48,7	
Mai	69,5		0		0,7	
Juin	0	4,6	0	0	21,3	28,1
Juillet	0		0		0	
Août	4,6		0		6,8	
Septembre	11,6	61,1	6,3	102,4	0	58,7
Octobre	12,4		89		18,4	
Novembre	37,1		7,1		40,3	

En terme de pluies reçues par la zone d'étude chaque saison durant la période 2010-2012 (figure 08 et 09), le maximum est enregistré au printemps 2010 (182.4 mm) ; le minimum est cependant relevé en été 2011 avec 0,0 mm. Le régime saisonnier nous permet de percevoir un certain équilibre entre printemps et l'Automne, mais un hiver moins pluvieux, et un été évidemment sec. Le rôle des pluies dans le sol varie suivant les saisons où elles se produisent.

Les pluies d'automne-hiver, survenant durant la période où la température baisse rapidement vers son minimum, se trouvent soumises à une évaporation de plus en plus réduite

; elles conservent donc toute leur puissance d'infiltration, qui dépend non seulement de la nature et de la topographie du sol, mais aussi de l'abondance des précipitations.

Au contraire, les pluies de printemps-été ont lieu au cours d'une période où les températures s'élèvent vers leur maximum : elles subissent, en arrivant sur un sol de plus en plus chaud, une forte évaporation, qui affaiblit considérablement leur puissance d'infiltration : leur pénétration se limite à, une couche superficielle dont l'épaisseur, toutes autres conditions restant égales, varie avec leur abondance. Ainsi les pluies d'automne-hiver, ou pluies profondes, assurent l'existence des arbres ; les pluies de printemps-été, ou pluies superficielles, permettent la végétation des herbes.

Le rôle des pluies dans le sol varie suivant les saisons où elles se produisent. Selon Isnard, (1950), les pluies d'automne-hiver, survenant durant la période où la température baisse rapidement vers son minimum, se trouvent soumises à une évaporation de plus en plus réduite ; elles conservent donc toute leur puissance d'infiltration, qui dépend non seulement de la nature et de la topographie du sol, mais aussi de l'abondance des précipitations.

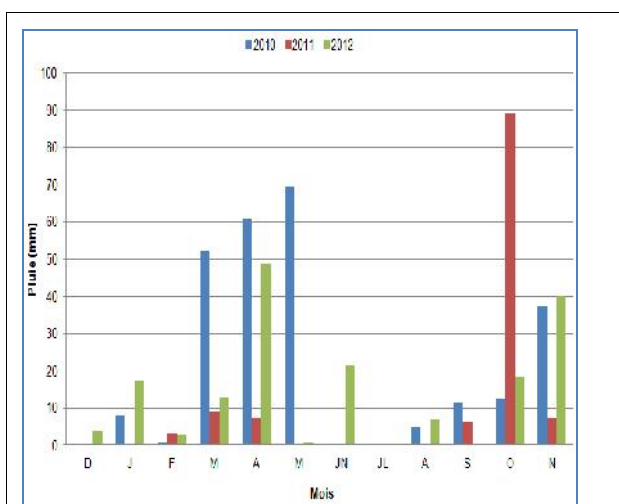


Figure 08 : Variations mensuelles des pluies (2010, 2011 et 2012)

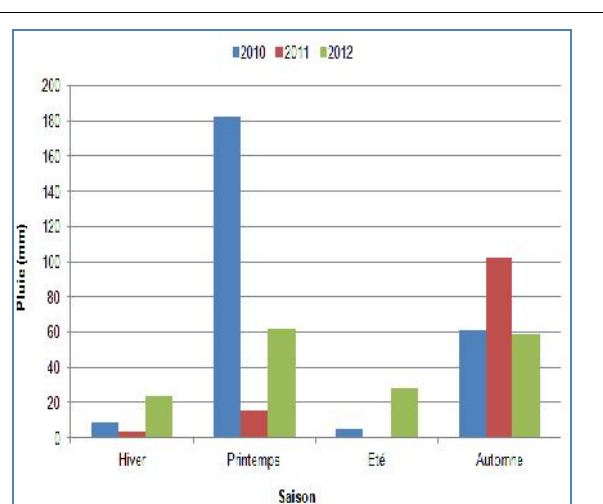


Figure 09 : Variations saisonnières des pluies (2010, 2011 et 2012)

### I-3-2 Température

Selon Ferchichi, (1996), le facteur thermique a une influence capitale sur le comportement des organismes par le contrôle qu'il exerce sur l'ensemble des processus vitaux. La croissance, l'activité végétative, la reproduction sont étroitement dépendantes de la température.

L'influence de la température sur les végétaux s'exerce selon diverses modalités:

- la vitesse des réactions chimiques qui change avec la température;
- l'activité des enzymes qui augmente habituellement avec la température;
- la température influence sur les phénomènes physiques de solubilité et de viscosité des liquides, de perméabilité de cytoplasme et en conséquence sur la vitesse des échanges internes et avec le milieu.

Les températures moyennes les plus élevées (tableau 10) sont enregistrées durant les mois de juillet et août alors que les minimales sont enregistrées durant les mois de décembre et janvier.

**Tableau 10 :** Températures moyennes pour les années 2010, 2011 et 2012

	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>JN</b>	<b>JL</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
<b>2010</b>	12,6	12,6	18,3	22,1	24,4	31,1	35,2	34,4	28,7	22,5	16,6	12,4
<b>2011</b>	12,1	13,2	16	22,1	24,9	29,8	34,7	34,1	30,3	22,4	17,4	13,4
<b>2012</b>	12	10,7	17,4	21,4	27,1	34,3	36,5	35,7	29,8	24,5	18,1	13

## **I-1 Introduction**

En Algérie, l'espace est dominé par les étendues arides et semi-arides, dont les étendues pastorales à travers lesquelles les animaux élevés (ovins, caprins et camelins) ont le pouvoir de tirer partie, l'essentiel de leur alimentation quotidienne.

Dans les zones steppiques, l'élevage est maintenu grâce à l'exploitation des ressources naturelles des parcours, le système d'élevage qui prédomine est le système extensif où les espèces fourragères spontanées représentent une source d'unités fourragères gratuite.

L'utilisation rationnelle de fourrage naturel des parcours nécessite des informations précises sur la valeur nutritive de ces ressources fibreuses. Ainsi que les informations sur leurs teneurs en éléments nutritifs.

L'analyse de la composition chimique constitue la base des méthodes d'évaluation de la valeur nutritive des plantes fourragères, car elle permet de quantifier les teneurs en nutriments (protéines, fibres, matière grasse, minéraux...), et donc de renseigner sur la richesse ou la faiblesse pour tel ou tel élément nutritif. Elle permet donc au nutritionniste de sélectionner la combinaison d'aliments qui répond au mieux aux besoins de l'animal (Arab *et al.*, 2009).

C'est dans ce contexte que nous abordons le sujet pour déterminer la composition chimique (MS, MO, MM, MAT, CB) des plantes fourragères dominantes consommées par les animaux domestiques dans la zone sud de Tébessa, et d'évaluer leur valeur nutritive afin d'apprécier les apports et les déficits.

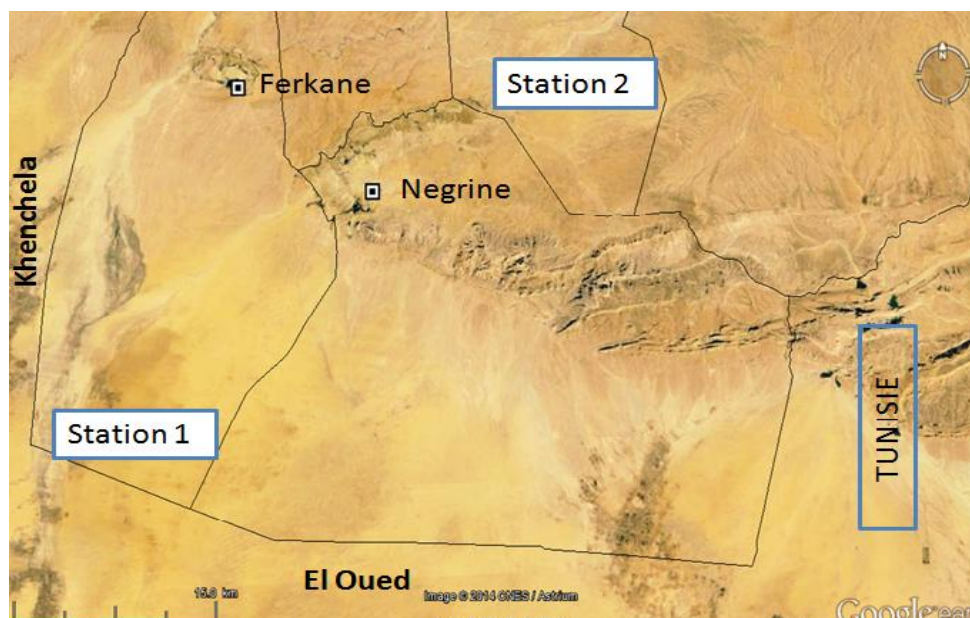
## II-2 Matériel et méthodes

### II-2-1 Echantillonnage

Le choix des stations a été effectué selon le principe de l'aire minimale (Gounot, 1961) et la superficie de chaque station a été de 16 X 16m. Les relevés phytosociologiques ont été effectués tout le long de l'année et l'échelle utilisée est celle de Braun-Blanquet (1951). L'identification des espèces a pour base les travaux de Quezel et Santa (1962); Ozenda (1991). Deux stations ont été retenues (figure 11).

**Tableau 11:** localisation géographique des stations de prélèvement

Station	Coordonnées géographiques		Altitude (mètre)
	Longitude (degré)	Latitude (degré)	
ST. 1 (Sud de la région)	7° - 21' - 15.70" E	34° - 22' - 22.67" N	82
ST. 2 (Nord de la région)	7° - 40' - 19.44" E	34° - 33' - 8.35" N	412



**Figure 11:** carte de localisation géographique des stations de prélèvement

## II-2-2 Analyse fourragère des plantes prélevées

Elle a été effectuée sur les principales espèces pérennes dominantes dans les parcours étudiés, suivant les quatre saisons de l'année, il faut noter que seulement les parties broutées par les animaux (10cm de la partie aérienne), ont fait l'objet de ces analyses. Ces dernières, portent sur la détermination de la matière sèche (MS), la matière organique (MO), la matière minérale (MM) la matière azotée totales (MAT), la matière grasse (MG), la cellulose brute (CB) (AOAC 1990), les composés pariétaux (Von Soest et Wine 1967).

Pour étudier l'effet temporel sur la composition de ces espèces, on a procédé à l'analyse des espèces récoltées chaque mois pour caractériser la valeur nutritive suivant les quatre saisons de l'année (Automne, Hiver, Printemps et été).

### a- La matière sèche (MS)

Elle est obtenue en plaçant 5 g d'échantillon dans l'étuve préalablement chauffée à 103 °C pendant 4 heures puis on laisse refroidir au dessiccateur et on pèse jusqu'à poids constant.

$$H \% = \frac{E}{M} - M \times 100 \quad MS \% = 100 - H \% \text{ Erreur ! Signet non défini.}$$

**H %** : Humidité (en %)

**E**: Masse de l'échantillon avant séchage (en g).

**M** : Masse de l'échantillon après séchage (en g).

### b- La matière minérale (MM) et organique (MO)

La matière minérale est obtenue après incinération de 5 g d'échantillon dans un creusé préalablement taré, dans le four à moufle à 550 °C pendant 3 heures, après dessiccation et refroidissement on pèse.

$$MO \% = \frac{E-M}{E} \times 100 \quad MM \% = \Rightarrow 100 - MO \%$$

**E** : Masse de l'échantillon (en g).

**M** : Masse de l'échantillon après séchage (en g).

### c- La matière grasse (MG)

Elle est obtenue par extraction à l'éther diéthylique pendant 6 heures. On prend 5 g d'échantillon et on le met en présence de 3 g d'un catalyseur qui est le sulfate de sodium dans une cartouche à extraction pendant 6 heures. On recueille l'extrait étheré dans un ballon sec préalablement taré.

L'élimination de l'éther est obtenue par distillation au rotavapeur. On sèche les résidus de l'évaporation pendant 90 minutes dans l'étuve à 80 °C. On pèse le ballon après dessiccation pendant 30 minutes jusqu'à poids constant.

$$\text{MG \%} = \frac{\text{P} - \text{P0}}{\text{E}} \times 100$$

**P** : Poids du ballon avec matière grasse (en g).

**P 0** : Poids du ballon vide (en g) sans matière grasse.

**E** : Masse de l'échantillon (en %).

### d- La matière azotée totale (MAT)

Elle est déterminée par la méthode de KJELDHAL

Minéralisation

Introduire 1 g d'échantillon dans un matras avec 10 g de sulfate de potassium, 1 g de sulfate de cuivre, 25 ml d'acide sulfurique.

Homogénéiser le mélange puis chauffer progressivement jusqu'à l'obtention d'une couleur vert clair temps = 3 heures.

Distillation :

- Ajouter 350 ml d'eau distillée.
- Verser dans le matras 100 ml de solution de soude 40% plus ungranulé en zinc.
- Placer le matras dans l'appareil.
- Placer dans l'autre extrémité de l'appareil un bêcher de 250 ml contenant 25 ml d'acide sulfurique 0.1 N et 2 à 3 gouttes de rouge de méthyle.

- Chauffer le ballon de façon à distiller environ 150 à 200 ml

Titration

Titrer dans le flacon collecteur l'excès d'acide sulfurique à 0.1 N par la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur jaune clair.

Résultat

$$\text{MAT \%} = \frac{(V1 - V2) \times 1.4 \times 6.25}{1000} \times 100$$

**V 1** : Volume de solution de réception de l'acide sulfurique (0.1 N)

**V 2** : Volume de la titration lu sur la burette d'hydroxyde de sodium (0.1N).

#### **e- Le dosage des composés pariétaux**

Les résidus des parois cellulaires (NDF) s'obtiennent selon la méthode de (Van soest et Wine, 1967), après la solubilisation du contenu cellulaire sous l'action du détergent lauryl sulfate de sodium et des substances pectiques sous l'action d'un agent chélatant. La fraction organique du résidu, paroi cellulaire, est composée théoriquement d'hémicellulose, de cellulose et de lignine. En réalité une partie de ces composés est solubilisée et le résidu contient des proportions variables de matières azotées (1 à 20 %).

#### **-Acide détergent fibre ou ADF**

Cette méthode dose uniquement la cellulose et la lignine des parois végétales après solubilisation des hémicelluloses en présence d'acide sulfurique normal. Ce dosage fait normalement suite à l'extraction du résidu NDF selon la méthode de (Van soest et Wine, 1967), on réalise le dosage directement sur l'échantillon en prenant soin d'ajouter à l'acide sulfurique normal, un détergent pour solubiliser le contenu cellulaire (protéines et graisses principalement).



### - La lignine

La lignine est un constituant non glucidique des végétaux. On parle plus communément des lignines car il s'agit de molécules complexes constituées de copolymères de 3 alcools à noyau aromatique phényl-propane, qui incrustent les structures polysaccharidiques des tissus de soutien et de conduction des végétaux. Les lignines sont indigestibles et réduisant aussi la digestibilité des constituants associés par un effet de barrière et/ou par un effet négatif sur l'activité cellulolytique de micro-organismes. De par sa complexité et sa diversité des fractions ligneuses, de nombreuses méthodes sont applicables pour le dosage de lignine.

Les méthodes adoptent un compromis entre l'obtention d'une fraction pure et l'élimination des composés non ligneux.

### II-2-3 Valeur nutritive des espèces étudiées

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

#### a- Estimation de la valeur énergétique

L'estimation de la valeur énergétique exprimée en UFL (unité fourragère lait) et UFV (unité fourragère viande) a été calculée à partir de l'énergie brute (EB), de l'énergie digestible (ED), de l'énergie métabolisable (EM) et de l'énergie nette (EN)

Energie brute (EB)

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

Energie digestible (ED)

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

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

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

Energie métabolisable (EM)

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

Energie nette (EN)

$$q = EM / EB$$

$$EN = k \times EM$$

$$ENL = kl \times EM$$

$$ENM = km \times EM$$

$$ENV = kmf \times EM$$

Calcul de Kl, Km et Kmf :

$$kl = 0.4632 + 0.24 q, \quad km = 0.287q + 0.554, \quad kf = 0.78q + 0.006$$

$$kmf = \frac{km \times kf \times NP}{km + kf \times (NP - 1)}$$

$$kmf = \frac{(0,287q + 0,554) \times (0,78q + 0,006) \times NP}{(0,78q + 0,006) + (0,287q + 0,554) \times (NP - 1)}$$

Avec un niveau de production NP égal à 1.5 nous obtenons

$$kmf = \frac{(0,3358qxq + 0,6508q + 0,005)}{0,923q + 0,283}$$

Les valeurs UF lait (UFL) et UF viande (UFV) sont ainsi calculées :

$$UFL = \frac{EM \times kl}{1700}$$

#### b- Estimation de la valeur azotée

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

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

Equations de départ :

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

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

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

$$PDIME = 0.093 \times MOF$$

$$MOF = MO \times dMO - MAT (1 - DT)$$

Pour les fourrages verts, les valeurs de DT et dr sont respectivement de 0.73 et 0.75.

## II-3 Résultats et discussion

### II-3-1 Composition floristique

#### a- Relevé phytosociologique de la Station 1

- Les caractéristiques de la station sont :

Altitude : 82m.

Pente : 0%.

Densité des chaméphytes : 0.7

Recouvrement de la strate chaméphyte : 0,4

- Strate chaméphyte

<i>Haloxylon schmittianum</i> Pomel	1 1
<i>Thymela eamicrophylla</i> Coss et Dur	+
<i>Arnebia decumbens</i> Kuntze	+

#### b- Relevé phytosociologique de la Station 2

- Les caractéristiques de la station sont :

Altitude : 412m

Pente : 1%

Densité des chaméphytes : 0.5

Recouvrement de la strate chaméphyte : 0,6

- Strate chaméphyte

<i>Haloxylon schmittianum</i> Pomel	1 1
-------------------------------------	-----

<i>Anabasis articulata</i> (Forssk) Moq	1 1
<i>Astragalus armatus</i> Willd.	1 1
<i>Peganum harmala</i> L	+
<i>Cynodon dactylon</i> L	+
<i>Schismus barbatus</i> (Loefl. ex L.	+
<i>Thymelaea microphylla</i> Coss et Dur	+
<i>Arnebia decumbens</i> Kuntze	+

### II-3-2 Composition chimique moyenne annuelle

**Tableau12:** Composition chimique moyenne annuelle en % de MS

Station	Espèce	MS	MM	MO	MAT	MG	CB	NDF	ADF	ADL
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	81,83	20,82	79,18	12,23	4,25	30,64	44,32	22,03	7,66
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	81,43	20,55	79,46	12,67	1,25	34,63	48,23	25,83	9,70
	<i>A. articulata</i>	81,13	21,21	78,79	14,90	3,05	38,40	42,68	26,93	10,46
	<i>A. armatus</i>	86,97	15,90	84,10	10,54	0,61	38,15	45,11	32,35	8,00

#### a- La matière sèche

Les résultats de la composition chimique annuelle des plantes sont résumés dans le tableau 12.

Il ressort que les espèces étudiées, présentent des teneurs moyennes annuelles en matière sèche (MS) proches. Ces teneurs sont incluses dans un intervalle variant de 81.13 à 86.97%, la teneur la plus élevée est observée pour *Astragalus armatus* et la plus faible est enregistrée pour *Anabasis articulata*. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Arab *et al.*, (2009) et Chehma, (2005). Le taux élevé en MS des plantes peut être lié au climat.

#### b- La matière minérale et la matière organique

Les teneurs en matière minérale (MM) et organique (MO) sont illustrées dans le tableau 12. Elles sont variables entre les plantes étudiées. *Anabasis articulata* est plus riche en MM (21,21%) alors que, *Astragalus armatus* est plus riche en MO (84,10%), *Haloxylon shmittianum* des stations 1 et 2 renferme des teneurs intermédiaires entre les teneurs des

plantes précédentes. La variation de la concentration en éléments minéraux et organiques dans les plantes étudiées est fortement liée aux conditions climatiques, au type de sol, au stade de maturité et à la saison d'exploitation (Arhab , 2007).

### **c- La matière azotée totale**

Concernant la matière azotée totale (tableau 12), les teneurs varient de 10.54% pour *Astragalus armatus* à 14.90% pour *Anabasis articulata*. Généralement, nous constatons que la teneur en matière azotée est en relation avec l'âge et la composition morphologique de la plante. Selon Demarquilly *et al.*, (1981), l'essentiel des protéines des fourrages verts sont situés dans les organes chlorophylliens, surtout les feuilles. Ainsi Jarrige *et al.*, (1995) confirment que les plantes fourragères s'appauvrissent en MAT au cours de leur croissance avec la sénescence de leurs organes aériens. D'après Andrieu et Demarquilly (1987), les teneurs en MAT et en cendres diminuent avec la phase de développement et l'âge de la plante. L'intensité de l'activité biologique au cours du printemps surtout, se traduit par une croissance végétative, contribuant à une augmentation du nombre de feuilles et de rameaux.

Selon Andrieu et Weiss (1981) ; Demarquilly *et al.*, (1981) ; Ozenda (1991), Chehma (2005) et Bouallala (2012), la faiblesse en azote des espèces sahariennes est liée aux stratégies d'adaptions aux conditions désertiques.

### **d- La cellulose brute**

Les espèces analysées sont riches en cellulose brute. Le taux le plus faible est enregistré chez *Haloxylon schmittianum* de la station 2 (30.64 %), le plus élevé est enregistré chez *Anabasis articulata* (38.40%). Cette variation entre les valeurs peut être liée au stade de développement de la plante et/ou aux conditions édapho-climatiques des milieux. Rappelons que la teneur en parois végétales augmente avec la croissance de la plante, et que la digestibilité des parois diminue avec le vieillissement des tissus (Baumont *et al.*, 2009).

Jarrige (1981) souligne que le climat joue un rôle très important sur la composition des parois des plantes.

Wilson, (1976) ; Demarquilly, (1982) ; Chehma, (2005) ; Boudechiche, (2010) ont signalé que les températures élevées dans les milieux arides agissent directement sur l'augmentation du taux de cellulose brute.

Dans le même sens, Chehma et Youcef (2009) ont constaté que les plantes vivaces sont caractérisées par une richesse en composés pariétaux et en cellulose brute (jusqu'à 75 et 50 % de la MS respectivement). Ozenda (1991) a mentionné que la composition chimique des plantes vivaces reflètent les conditions de l'environnement désertique dans lesquelles elles vivent.

#### **e- Les composés pariétaux**

Les valeurs des composés pariétaux sont retracées dans le tableau 12. Les teneurs en NDF ont varié de 48.23% (*Haloxylon schmittanum* de la station 2) à 42.68 % (*Anabasis articulata*). Quant aux deux autres plantes, *Haloxylon schmittanum* (de la station 1) et *Astragalus armatus*, leur teneur est de 44.32 et 45.11 % respectivement.

Hadi *et al.*, (2009) avancent une teneur en NDF de 44% MS pour *Atriplex hlimus* et 42% pour *Salsola vermiculata* dans la région de Biskra, valeurs qui confrontent nos résultats.

Pour la teneur en lignocellulose (ADF), le taux le plus élevé est obtenu dans *Astragalus armatus* avec 32.35%, suivie de *Anabasis articulata*, *Haloxylon schmittanum* de la station 2 et de *Haloxylon schmittanum* de la station 1 avec respectivement 26.93, 25.83 et 22,03%.

Les valeurs ADF obtenues dans notre étude sont très proches de celles citée par Bouaza *et al.*, (2012) pour les espèces du Constantinois et de Djelfa (de 9,22 et 27,3% MS respectivement).

Les teneurs ADL sont de 7,66% MS pour *Haloxylon schmittianum* de la station 1, 9,70% MS pour *Haloxylon schmittianum* de la station 2, 10,46% MS pour *Anabasis articulata* et 8,00% MS pour *Astragalus armatus*. Elles sont comparables à celles données par Hadi *et al.*, (2009) pour les espèces des régions arides de l'Est algérien.

#### **f- Digestibilité et énergies moyennes annuelles**

Pour les valeurs de la DMO (tableau13), elles varient entre 56,72 à 65,74%, pour *Astragalus armatus* et *Anabasis articulata* respectivement, *Haloxylon schmittianum* de la station 2 à une valeur de la DMO de 60,52% et 59,00% pour *Haloxylon schmittianum* de la station1. Ces valeurs sont inférieures à la valeur citée par Chabaca et Chibani (2010) pour les fourrages en l'Algérie, mais supérieurs aux résultats avancés par Chehma *et al.*, (2010) pour des plantes vivaces des parcours sahariens et Towhidi *et al.*, (2010) pour des arbustes fourragers de la région aride d'Iran. Selon Faye (1980) ; Demarquilly et Andrieu (1988) ; Chehma (2005) ; Baumont *et al.*, (2009) ; Longo *et al.*, (2007), la variabilité de la digestibilité de la matière organique entre les espèces est liée aux facteurs génétiques et à la composition chimique.

Demarquilly et Andrieu (1992) ont constaté que la digestibilité de la matière organique d'une plante fourragère ou d'un organe de cette plante dépend essentiellement de la teneur et de la digestibilité des constituants pariétaux. Elle diminue au fur et à mesure que la teneur en ces constituants et le degré de lignification de ces derniers augmente. Il en résulte que la digestibilité des tiges est plus faible que celle des feuilles.

Les teneurs en énergie des espèces étudiées sont indiquées dans le tableau 13. Les teneurs en EB sont similaires (4600 kcal/kgMS). Elles sont étroitement liées à la teneur en MAT des plantes. Cette valeur se rapproche de celle trouvée par Sauvante *et al.*, (2004) (4654 g/kg de MS) mais inférieure aux valeurs citées par Jarrige (1988) (4800 g/kg de MS).

Pour les teneurs en ED et EM, les teneurs les plus élevées sont celles de l'espèce *Anabasis articulata* (2280 et 2250 kcal/kgMS) et la plus faible est celle de l'espèce *Astragalus armatus* (2439 et 1949 kcal/kgMS), les teneurs en ED et EM de l'espèce *Haloxylon schmittianum* sont de (2550 et 2038 kcal/kgMS), (2624 et 2081 kcal/kgMS) pour les deux stations 1 et 2 respectivement.

Les teneurs en EB sont supérieures à ceux des pailles de blé rapportée par Chibani *et al.*, (2010). Selon Andrieu *et al.*, (1989), les teneurs en EB sont liées aux teneurs en matière organique et en MAT.

Nos résultats montrent des valeurs en énergie digestible et métabolisable supérieurs aux valeurs rapportées par Hadi *et al.*, (2010) pour *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata* de la région de Biskra.

Tableau 13: digestibilité de la matière organique et énergies moyennes annuelles des trois espèces végétales

Station	Espèce	DMO	EB	ED	EM
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	59,00	4601	2550	2038
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	60,52	4602	2624	2081
	<i>A. articulata</i>	65,74	4605	2880	2252
	<i>A. armatus</i>	56,72	4600	2439	1949

### II-3-3 Valeur nutritive annuelle

#### II-3-3-1 Valeur énergétique

A partir des résultats obtenus (tableau 14), il ressort que les meilleures valeurs sont enregistrées chez *Anabasis articulata* (0.77 UFL et 0.68 UFV) et les plus faibles sont enregistrées chez : *Astragalus armatus*, (0.65 UFL et 0.54 UFV), *Haloxylon schmittianum* de deux station 1 et 2 enregistrent (0.68 UFL, 0.58 UFV) et (0,70 UFL, 0,60 UFV) respectivement. Les valeurs énergétiques obtenues présentent une certaine variabilité entre les



espèces et sont comparables à celles obtenus par Bouallala, (2012) pour des plantes de la région Ouest de l'Algérie et de Chaibou (2005) au Niger.

Le principal facteur de variation de la teneur en énergie nette des aliments est la digestibilité de l'énergie brute qu'ils contiennent et qui est très étroitement liée à la digestibilité de la matière organique (dMO) (Baumont *et al.*, 2009).

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

**Tableau 14:** valeur énergétique moyenne annuelle des trois espèces végétales

Station	Espèce	UFL (g/kgMS)	UFV (g/kgMS)
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	0,68	0,58
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	0,70	0,60
	<i>A. articulata</i>	0,77	0,68
	<i>A. armatus</i>	0,65	0,54

### II-3-3-2 Valeur azotée

Les valeurs azotées sont illustrées dans le tableau15. Ces résultats montrent une variabilité entre espèces. PDIA a une valeur moyenne annuelle de 35.20 g/kg de MS pour *Anabasis articulata*, 30,27g/kg de MS pour *Haloxylon schmittianum* de la station 2, 29,11g/kg de MS pour *Haloxylon schmittianum* de la station 1 et 26.78g/kg de MS pour *Astragalus armatus*.

Les PDIE varient entre 80.46 et 69,01 g/kg de MS pour *Anabasis articulata*, et *Astragalus armatus* respectivement, *Haloxylon schmittianum* de la station 2 à une valeur de

72,53 g/kg MS et *Haloxylon schmittianum* de la station 1 présente une valeur de 70,19 g /kg MS.

Pour les PDIN, la forte valeur est enregistré pour *Anabasis articulata*, 82,56 g / kg MS, et la faible valeur pour *Astragalus armatus* 62,82 g / kg MS. *Haloxylon schmittianum* des deux stations a une valeur de 68,28 et 71,00 g / kg MS respectivement. Nos résultats sont supérieurs à celles avancés par Chehma (2005) pour les mêmes familles d'espèces et par Bouallala (2012) pour des espèces vivaces de la région de Bechar et Tindouf.

Tableau 15: valeur azotée moyenne annuelle des trois espèces végétales

Station	Espèce	PDIA	PDIE	PDIN
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	29,11	70,19	68,28
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	30,27	72,53	71,00
	<i>A. articulata</i>	35,20	80,46	82,56
	<i>A. armatus</i>	26,78	69,01	62,82

#### II-3-4 La composition chimique selon les saisons

Les variations saisonnières de la teneur en MAT de l'*Haloxylon schmittianum* de la station 1 (tableau16), varient significativement ( $p < 0.05$ ) entre saisons. La teneur en MAT d'automne est proche de celle de l'hiver avec 14.32 et 14.13 % de MS, avec une teneur au printemps de 11.57% MS et en été de 8,89% MS.

Les matières minérales (MM) présentent également des variations saisonnières significatives. La teneur la plus élevée en MM est au printemps avec 24,11% MS tandis que la valeur la plus basse est en automne (17,08% MS).

Pour la cellulose brute, le taux le plus élevé enregistré est en automne (33.33% MS), et le plus faible au printemps (27.67% MS). Les teneurs en NDF, ADF et ADL enregistrent des variations significatives, l'automne enregistre la forte teneur en NDF et ADF, l'hiver en ADL.

Les teneurs en MAT de l'*Haloxylon schmittianum* de la station 1 sont similaires à celles de la même espèce de la station 2, la valeur la plus forte étant en hiver (16.73% MS) et la plus faible en été (7.67% MS).

La MM pour *Haloxylon schmittianum* de la station 2 varie entre saisons et entre espèces, avec une valeur de 23.48% MS au printemps et de 18.10% MS en hiver.

Les fortes teneurs en matières azotées totales en hiver est en relation directe avec la croissance végétative (Chehma, 2005 ; Chehma et Youcef, 2009 ; Bouallala, 2012).

Les fortes teneurs en cellulose brute en automne sont liées aux conditions climatiques, (fortes températures). L'influence de la saison sur la composition chimique a été mentionnée par plusieurs auteurs, (Genin, 1990 ; Chehma, 2005 ; Chehma et Youcef, 2009 ; Bouallala, 2012).

**Tableau 16** : Composition chimique saisonnière des espèces fourragées en % de MS

Station	Espèce	Composition chimique											
		MS				MM				MO			
		Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	92,40	87,20	65,00	82,73	21,50	17,08	20,60	24,11	78,50	82,92	79,40	75,89
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	92,93	85,93	64,07	82,80	20,74	19,85	18,10	23,48	79,26	80,15	81,90	76,52
	<i>A. articulata</i>	92,73	80,27	67,13	84,40	19,59	20,74	17,37	27,16	80,41	79,26	82,63	72,84
	<i>A. armatus</i>	97,43	90,67	79,30	80,47	18,47	15,73	9,60	19,80	81,53	84,27	90,40	80,20

Suite tableau :

Station	Espèce	Composition chimique											
		MG				MAT				CB			
		Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	3,46	4,58	5,43	3,52	8,89	14,32	14,13	11,57	31,27	33,33	30,30	27,67
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	1,44	1,19	1,54	0,81	7,67	13,85	16,73	12,44	36,37	34,37	32,23	35,53
	<i>A. articulata</i>	3,99	1,41	1,89	4,89	10,71	15,08	18,30	15,52	37,53	40,97	40,00	35,10
	<i>A. armatus</i>	0,03	1,13	1,10	0,19	3,49	10,99	14,07	13,63	56,03	36,23	30,60	29,73

Suite tableau :

Station	Espèce	Composition chimique											
		NDF				ADF				ADL			
		Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	49,10	49,37	40,87	39,77	31,93	38,43	26,73	28,13	7,90	9,90	11,47	7,07
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	48,20	49,17	48,77	46,77	24,93	27,77	27,17	23,43	8,70	9,43	10,43	10,23
	<i>A. articulata</i>	45,77	43,53	40,87	40,57	26,83	27,37	26,73	26,77	9,77	10,50	11,47	10,10
	<i>A. armatus</i>	49,10	49,37	42,20	39,77	31,93	38,43	30,90	28,13	7,90	9,90	7,13	7,07

Les teneurs en CB, NDF, ADF, ADL n'ont pas montré de différences saisonnières au sein des espèces.

L'espèce *Anabasis articulata* marque des variations en MAT et MM entre saisons, l'hiver enregistre la plus forte valeur en MAT (18.30%MS) et le printemps en MM (27.16%).

L'espèce *Astragalus armatusa* des teneurs en MAT variable entre saisons. La valeur la plus élevée est en hiver avec 14.07% MS et la valeur la plus basse en été avec 3.49% MS. Les teneurs en MM enregistrent une différence entre saisons, avec une teneur de 18.47 en été, 15,73 en automne et 9.60% MS au printemps.

#### **II-3-4-1 Digestibilité et énergie selon les saisons**

La digestibilité de la matière organique des trois espèces selon les saisons est présentée dans le tableau (17). Les valeurs de la digestibilité de la matière organique varient de 46,19 à 75,24 %. Les plus fortes valeurs sont enregistrées en hiver pour les trois espèces, tandis que les valeurs enregistrées en été sont moindres que celles des autres saisons, les valeurs enregistrées en automne sont supérieures à celles enregistrées au printemps.

La digestibilité des trois espèces enregistrées en hiver, automne et printemps est supérieure à celle des autres espèces des zones arides (49,34 % Haddi *et al*, 2009) et à celle de paille (32 % Démarquilly et Andrieu, 1988) et à celle du Chardon marie (*Sylibum marianum*) 65,15 au stade de floraison (Amrani, 2006).

On remarque une variabilité de la digestibilité de la matière organique entre espèces et entre saisons. La digestibilité augmente avec la richesse en azote et diminue avec celle des parois et de la cellulose brute. Selon Baumont *et al.*, (2009) le principal facteur de variation de la teneur en énergie nette (UFL, UFV) des aliments est la digestibilité de l'énergie brute qu'ils contiennent et qui est très étroitement liée à la digestibilité de la matière organique (dMO). Cette dernière dépend essentiellement de la teneur en parois végétales qui augmente

avec la croissance de la plante. La digestibilité des parois diminue avec le vieillissement des tissus.

**Tableau 17** : Digestibilité de la matière organique moyenne saisonnière des trois espèces végétales en %

Station	Espèce	Digestibilité de la matière organique (DMO)			
		Eté	Aut	Hiv	Prin
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	52,21	63,56	63,07	57,14
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	50,40	62,36	70,30	59,04
	<i>A. articulata</i>	55,41	65,56	75,24	66,77
	<i>A. armatus</i>	46,19	55,97	62,90	61,81

Les valeurs des énergies sont illustrées dans le tableau 18.

Celles des trois espèces sont très proches durant les quatre saisons, et tournent autour de 4600 kcal/kg MS. Les résultats en EB sont supérieurs à celui de la paille de blé (Chibani *et al.*, 2010).

Pour l'énergie digestible, l'espèce *Anabasis articulata* présente les valeurs les plus élevées durant les quatre saisons, avec un maximum en hiver de 3344 kcal/kg MS et un minimum en été de 2375 kcal/kg MS. La valeur la plus faible en énergie digestible est enregistrée en été pour *Astragalus armatus* (1923 kcal/kg MS). En hiver et printemps l'espèce *Haloxylon schmittianum* a les valeurs les plus basses (2749, 2459 kcal/kg MS respectivement pour la première et seconde station).

Pour l'énergie métabolisable, l'espèce *Anabasis articulata* a les valeurs les plus élevées durant les quatre saisons, l'espèce *Astragalus armatus* a la valeur la plus basse en été et en automne 1523 et 1922 kcal/kg MS respectivement. En hiver et printemps l'espèce *Haloxylon schmittianum* présente la valeur la plus basse en énergie métabolisable 2187 et 1972 kcal/kg MS respectivement. Les valeurs en énergie digestible et métabolisable sont supérieurs aux

valeurs rapportées par Hadi *et al.*, (2010) pour *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata* de la région de Biskra.

Tableau 18 : les énergies moyennes saisonnières des trois espèces végétales (kcal/kg de MS)

Station	Espèce	EB				ED				EM			
		Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Auto	Hiv	Prin
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	4597	4605	4604	4600	2218	2773	2749	2459	1789	2203	2187	1972
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	4596	4604	4608	4601	2129	2714	3103	2551	1711	2149	2448	2016
	<i>A. articulata</i>	4600	4605	4610	4604	2375	2871	3344	2928	1890	2238	2598,	2280
	<i>A. armatus</i>	4590	4601	4606	4603	1923	2402	2742	2687	1523	1922	2205	2145



### II-3-4-2 La valeur énergétique selon les saisons

Les résultats de la valeur énergétique exprimés en UFL et UFV sont rapportés dans le tableau 19. D'une façon générale, les meilleures valeurs sont enregistrées pour *Anabasis articulata* (0.91 UFL et 0.85 UFV) en hiver et les plus faibles sont enregistrées pour *Astragalus armatus* et *Haloxylon schmittianum* de la station 2 en été, avec respectivement 0.48 UFL et 0.36 UFV et 0.55 UFL et 0.44 UFV. Les valeurs énergétiques (UFL) enregistrées en été sont comparables aux résultats de Nantoumé *et al.*, (2000) (0.50 UFL pour la Paille de maïs). Les valeurs en UFV sont comparables à ceux obtenus par Bouallala, (2012).

**Tableau19** : Valeurs énergétiques saisonnières des espèces fourragées (/kg de MS)

Station	Espèce	UFL				UFV			
		Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Aut	Hiv	Prin
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	0,58	0,74	0,74	0,65	0,47	0,65	0,64	0,55
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	0,55	0,72	0,85	0,67	0,44	0,63	0,77	0,57
	<i>A. articulata</i>	0,62	0,76	0,91	0,78	0,51	0,67	0,85	0,69
	<i>A. articulata</i>	0,48	0,63	0,75	0,72	0,36	0,53	0,65	0,63

### II-3-4-3 La valeur azotée selon les saisons

Pour les valeurs PDIA, PDIE et PDIN, les valeurs maximums sont enregistrées chez *Anabasis articulata* 45,32 g/kg MS en PDIA, 99,34 g/kg MS en PDIE et 106 g/kg MS en PDIN en hiver et les minimales chez *Astragalus armatus*, 08,51 g/kg MS en PDIA, 42,83 g/kg MS en PDIE, 19,98 g/kg MS en PDIN.

Tableau 20 : Valeurs azotées saisonnières des espèces fourragées (g/kg de MS)

Station	Espèce	PDIA				PDIE				PDIN			
		Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Auto	Hiv	Prin	Eté	Auto	Hiv	Prin
<b>Station 1</b>	<i>H. schmittianum</i>	20,92	35,59	33,63	26,31	57,28	81,63	77,39	64,44	49,06	83,48	78,87	61,71
<b>Station 2</b>	<i>H. schmittianum</i>	18,22	33,25	41,07	28,53	53,84	76,95	91,17	68,15	42,74	78,00	96,32	66,92
	<i>A. articulata</i>	25,80	35,82	45,32	33,87	65,08	81,15	99,34	76,26	60,51	84,01	106,29	79,44
	<i>A. articulata</i>	08,51	27,76	38,11	32,75	42,83	69,31	87,80	76,11	19,98	65,11	89,38	76,82

#### II-4 Production de la phytomasse

Les résultats de la production de phytomasse sont regroupés dans le tableau 21. La production de la phytomasse est en automne pour l'espèce *Haloxylon schmittianum* des deux stations 1 et 2 (198.32 et 216.21 kgMS/ha respectivement), alors qu'en hiver la production est maximale pour *Haloxylon schmittianum* de la station 1 (163.25 kgMS/ha) et *Anabasis articulata* (162.30 kgMS/ha). Au printemps, la meilleure production a été enregistré pour *Haloxylon schmittianum* de la station 2 (134.76 kgMS/ha) et *Anabasis articulata* (131.28 kgMS/ha). La production en phytomasse de l'espèce *Astragalus armatus* a été la plus basse par rapport les deux autres espèces pendant les quatre saisons. Cette différence est due à la densité des trois espèces (nombre de plants/m<sup>2</sup>).

La production moyenne annuelle de la station 1 est de 144 kgMS/ha/an. Ce résultat est inférieur aux résultats trouvés par Chehema, (2005) et Bouallala, (2012). La production moyenne annuelle de la station 2 est de 360 kgMS/ha/an, elle est inférieure à celle obtenue par Chehema, (2005) et supérieure à celle trouvée par Bouallala, (2012).

L'irrégularité des précipitations aboutit aux variations aussi bien saisonnières qu'annuelles de la production des parcours rendant difficile l'évaluation de la phytomasse.

Les productions de la phytomasse peuvent s'expliquer par les caractéristiques du climat, qui présente une période pluvieuse irrégulière, s'étalant de l'automne à la fin du printemps, et enregistrent les meilleures productions.

Les différences saisonnières en production de la phytomasse sont liées aux variations du climat surtout la pluviométrie et la température (Chehema, 2005 ; Chehema et Youcef ; 2009, Bouallala, 2012).

Tableau21 : Les productions de phytomasse saisonnières (en kg de MS/ha), des trois espèces pastorales.

Station	Espec	Aut	Hiver	Print	Eté
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	198.32	163.25	114.84	97.65
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	216.21	158.04	134.76	91.68
	<i>A. articulata</i>	143.43	162.30	131.28	106.59
	<i>A. armatus</i>	68.13	72.48	108.84	44.46
	Total	427.77	392.82	374.88	242.73

#### II-4-1 Production nutritive fourragère

Elle a pour base la production énergétique en UFL et UFV par ha et la production azotée en g/kg/ha des PDIA, PDIN et PDIE. Elle est calculée à partir de la production de la biomasse des espèces multipliée par leurs valeurs nutritives respectives.

#### II-4-2 La production énergétique par saison

La production énergétique de l'espèce *Haloxylon schmittianum* des deux stations a été meilleure en automne (146 et 155 UFL/ha), en hiver (120 et 134 UFL/ha), avec au printemps 74.64 pour la station 1 et 56.64 UFL/ha pour la station 2. Une production intermédiaire de 90.27 UFL/ha pour la station 1 et 50 UFL/ha pour la station 2 en été.

Pour l'espèce *Anabasis articulata*, la meilleure production énergétique a été enregistrée en hiver, et la production la plus basse a été enregistrée en été. Le printemps et l'automne ont enregistré respectivement 102.39 et 108.99 UFL/ha.

Concernant l'espèce *Astragalus armatus* la meilleure production est celle du printemps (108.84 UFL/ha) alors que la plus faible est celle enregistrée en été (44.46 UFL/ha).

Pour les UFV, les meilleures valeurs ont été enregistrées au printemps et automne pour les deux espèces *Anabasis articulata* et *Haloxylon schmittianum* des deux stations. L'espèce

*Anabasis articulata* donné les meilleures valeurs en hiver (137.94 UFV/ha), avec au printemps 90.57 UFV/ha et en été 54.36 UFV/ha, alors que *Haloxylon schmittianum* de la station 2, la meilleur valeur est en automne (136.20 UFV/ha).

Selon Salemkour *et al.*, (2013), la productivité pastorale varie de 69.18 UF/ha/an à 162.3 UF/ha/an. D'après Nedjraoui (2002), la productivité pastorale moyenne dans les steppes à alfa et les steppes à *Arthrophytum* varie de 60 à 150 UF/ha/an et 25 et 50 UF/ha/an respectivement.

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

**Tableau 22** : la production énergétique (UFL et UFV /kgMs) par saison de trois espèces pastorales

Station	Espèce	UFL/kg de MS				UFV/kg de MS			
		Été	Aut	Hiv	Prin	Été	Aut	Hiv	Prin
Station 1	<i>H. schmittianum</i>	56.64	146.76	120.81	74.64	45.9	128.91	104.46	63.15
	UF/ha/saison								
Station 2	<i>H. schmittianum</i>	50.40	155.67	134.31	90.27	40.32	136.20	121.68	76.80
	<i>A. articulata</i>	66.06	108.99	147.69	102.39	54.36	96.09	137.94	90.57
	<i>A. armatus</i>	21.33	42.9	54.36	78.36	15.99	36.09	47.10	68.55
	Total UF/saison/ha	137.97	307.56	336.36	271.02	110.67	268.38	306.72	235.92

### II-4 -3 La production azotée par saison

Pour l'espèce *Haloxylon schmittianum* de la station 1, les valeurs azotées (PDIA, PDIE et PDIN) les plus élevées sont celles de l'automne, et les plus basses sont celles de l'été (tableau 23). Pour la station 2, l'espèce *Haloxylon schmittianum* présente des valeurs en PDIA en hiver et printemps très proches de l'ordre de 6500 g/kgMS, la valeur la plus élevée a été enregistrée en automne (7188.96 g/kgMS) et la plus basse en été (1670.4 g/kgMS).

La meilleure valeur pour l'espèce *Anabasis articulata* en PDIA a été enregistrée en hiver (7355.43 g/kgMS) et la plus basse en été (2750.01 g/kgMS). L'espèce *Astragalus armatus* a été donnée la meilleure valeur en PDIA au printemps (3564.51 g/kgMS) et la plus faible en été (378.33 g/kgMS).

Pour les valeurs PDIE, les meilleures valeurs de l'espèce *Haloxylon schmittianum* des deux stations 1 et 2 sont celles enregistrées en automne (16189.65 et 16637.34 g/kgMS respectivement), et sont supérieures à celles de l'hiver (12634.68 et 14408.49 g/kgMS).

Les meilleures valeurs de l'espèce *Anabasis articulata* sont celles enregistrées en l'hiver (16122.87 g/kgMS), les valeurs enregistrées en automne et printemps sont proches et supérieures à celles enregistrées en été. L'espèce *Astragalus armatus* a enregistré les valeurs les plus basses en PDIE par rapport aux deux autres espèces.

La meilleure production en PDIN pour *Haloxylon schmittianum* dans les deux stations est celle enregistrée en automne, pour l'espèce *Anabasis articulata* celle de hiver (17250.84 g/kgMS) et plus basse celle de l'été avec 6449.76 g/kgMS. L'espèce *Astragalus armatus* a la valeur la plus basse durant les quatre saisons, la meilleure production pour cette espèce est celle enregistrée au printemps (8361.09 g/kgMS).

Ces résultats sont toujours supérieurs aux résultats trouvés par Chehma (2005) pour des parcours sahariens de l'Est et Bouallala (2012) pour des parcours sahariens de l'Ouest.

Tableau 23 : la production azotée (PDIA, PDIE et PDIN) en g /kgMS par saison.

Station	Espèce	PDIA				PDIE				PDIN			
		Eté	Aut	Hiv	Prin	Eté	Auto	Hiv	Prin	Eté	Auto	Hiv	Prin
Station1	<i>H.schmittianum</i>	2043.45	7058.55	5490.42	3021.42	5565.09	16189.65	12634.68	7400.28	4792.17	16556.58	12876.45	7086.75
Station2	<i>H.schmittianum</i>	1670.4	7188.96	6490.68	6544.68	4936.05	16637.34	14408.49	9183.90	3918.39	16864.38	15222.39	9018.12
	<i>A. articulata</i>	2750.01	5137.65	7355.43	4446.45	6936.87	11639.34	16122.87	10011.39	6449.76	12049.53	17250.84	10428.87
	<i>A. armatus</i>	378.33	1891.26	2762.19	3564.51	1904.22	4722.09	6363.72	8283.81	888.30	4435.92	6478.26	8361.09
	Total	4798.74	12326.61	16608.30	11855.64	13777.14	32998.77	36895.08	27479.10	11256.45	33349.83	38951.49	27808.08

## II-5 La charge à l'hectare

La capacité de charge en ovins (UO) est calculée sur la base des besoins totaux d'une brebis allaitante avec un agneau qui sont de 1,31/jour en UFL et 122g/j en PDI. Les valeurs de la capacité de charge sont rapportées dans les tableaux 24 et 25.

**Tableau 24** : Capacité de charge ovine (Brebis par hectare) en énergie des deux stations selon les saisons

Station	Eté	Aut	Hiv	Prin	Moyenne
Station 1	0.48	1.24	1.02	0.63	0.84
Station 2	1.14	2.56	2.85	2.24	2.19

Les capacités de charge de chaque saison dans la station 1 sont de 0.48 UO/ha en été, 1.24 en automne, 1.02 en hiver et 0.63 au printemps. La meilleure capacité de charge est celle de l'automne et la plus basse celle de l'été. La valeur moyenne est de 0.84 UO/ha/an.

Les capacités de charge de la station 2, selon les saisons sont supérieures aux capacités de charge de la station 1. Celles de la station 2, sont de 1.14 en été, 2.56 en automne, 2.85 en hiver, 2.24 UO/ha au printemps avec une moyenne de 2.19 UO/ha/an. La meilleure capacité de charge est enregistrée en hiver et la plus faible en été.

La variabilité de la capacité de charge entre stations et entre saisons est liée à la production de la phytomasse.

La capacité de charge de 0,93 UO/ha/an trouvée par Rekiket *al.*, (2014) est supérieure celle de la station 1 et inférieure à celle de la station 2.

Selon l'étude de HCDS (2010), la charge animale moyenne des parcours est de 5, 65 ha/ tête.



Tableau25 : Capacité de charge ovine en PDI des deux stations selon les saisons

Station	PDIA				PDIE				PDIN			
	Été	Aut	Hiv	Prin	Été	Auto	Hiv	Prin	Été	Auto	Hiv	Prin
<b>Station 1</b>	0.18	0.63	0.48	0.24	0.48	1.44	1.14	0.63	0.42	1.47	1.17	0.63
	0.38				0.92				0.92			
<b>Station 2</b>	0.42	1.11	1.50	1.05	1.20	2.7	3.36	2.43	0.99	3.00	3.54	2.46
	1.02				2.42				2.49			

La capacité de charge pour les PDIA dans la station 1 est de 0.18 en été, 0.63 en automne, 0.48 en hiver et 0.24 UO/ha au printemps. Dans la station 2, il est de 0.42 en été, 1.11 en automne, 1.5 en hiver et 1.05UO/ha au printemps. Pour les PDIE, la capacité de charge dans la station 1 est de 0.48 UO/ha en été, 1.44 en automne, 1.14 en hiver et 0.63 au printemps, alors que pour la station 2, elle est de 1.20 en été, 2.7 en automne, 3.36 en hiver, 2.43 UO/ha au printemps. Pour PDIN, les valeurs de la capacité de charge de la station 1 sont de 0.42 en été, 1.47 en automne, 1.17 en hiver et 0.63 UO/ha au printemps. Dans la station 2 ces valeurs sont de 0.99 UO/ha en été, 3.00 en automne, 3.54 en hiver et 2.46 au printemps.

Généralement la capacité de charge en PDI dans la station 1 est meilleure en automne et basse en été, avec une capacité de charge moyenne de 0.38 UO/ha pour PDIA, 0.92 UO/ha pour PDIE et PDIN. Dans la station 2 la capacité de charge est meilleure en hiver et basse en été, avec une capacité de charge moyenne de 1.02 UO/ha pour PDIA, 2.42 UO/ha pour PDIE et 2.49 UO/ha pour PDIN.

La capacité de charge de la station 2 est supérieure à celle de la station 1 du fait que la production de phytomasse est liée à la densité des espèces existant dans chaque station.

## II-6 Conclusion

Les espèces végétales pérennes constituent les fourrages permanents disponibles pour le cheptel de la région d'étude ; ces espèces peuvent fournir une quantité de nutriments importante.

Concernant les valeurs nutritives des plantes étudiées, l'analyse de la composition chimique montre que les espèces étudiées sont relativement faibles en matière azotée et enregistrent des taux élevés en cellulose brute. Ceci influe directement sur les valeurs énergétique et azotées, ce qui permet de considérer ces espèces comme fourrages ligno-cellulosiques. L'influence de l'effet saison sur la variabilité de la composition chimique et la valeur nutritive est très marquée, par des niveaux des nutriments fluctuant avec la saison.

La capacité de charge est variable entre saisons et entre stations, la variabilité entre station est due à la production de la phytomasse de chaque station et la variabilité entre saisons est liée aux conditions édapho- climatiques de la région d'étude.

### III-1 Introduction

L'Algérie compte de larges territoires arides et semi arides soumis aux manifestations néfastes de la désertification ; 20 million d'hectares menacés par l'érosion éolienne, dont 5 million se trouvent déjà dans un état avancé de dégradation (Bensaid, 2006), ces espaces qui font partie du Sahara algérien qui s'étend sur 200 million d'hectares (80% du territoire algérien), présente de grandes aptitudes à la dégradation des terres, à savoir la sécheresse, les longues durée d'insolation et la forte activité des vents, ceci se traduit à l'intensification de l'érosion éolienne et par conséquent, l'amplification du risque d'ensablement qui induit non seulement le déclin des écosystèmes et la dégradation des parcours, mais aussi l'accroissement de la vulnérabilité sociétale vis-à-vis les risques climatiques.

Les indices de végétation dérivés des données radiométriques de la télédétection, sont largement utilisés dans les programmes de surveillance de la dynamique de la végétation et la cartographie des changements survenus dans les différents écosystèmes. (Anyamba et Tucker, 2005). Parmi ces indices de végétation qui présente une grande efficacité dans la caractérisation et le suivi régulier des ressources naturelles les indices de végétation normalisés (NDVI).

Le travail focalise sur l'analyse diachronique de l'évolution de l'ensablement et la cartographie de l'état des parcours par comparaison des indices de végétation normalisés (NDVI) dans la région sud de Tébessa ayant recours aux outils de la télédétection, la démarche expérimentée consiste au :

- Suivi des étendues sableuses de part leur extension spatiale et leur évolution multi temporelle, en utilisant deux images multidates de Landsat ; la scène du capteur MSS de 1972 et la scène TM de 2007.

- Suivi diachronique de l'état des parcours en utilisant deux images Landsat TM prises respectivement en mars 1987 et en avril 2007.

Le travail consiste à apprécier et cartographier l'extension des sables et l'état des parcours pour chaque date, et ensuite déceler la progression des étendues sableuses et le changement de la végétation.

Notre objectif est le suivi de l'état et de la dynamique de l'environnement pour contribuer à la sensibilisation aux problèmes d'occupation et d'exploitation des espaces.

### **III-2 Données et méthode**

#### **III-2-1 Le suivi de l'évolution de l'ensablement**

Le suivi de l'évolution de l'ensablement au sud de Tébessa a requis l'acquisition de données télédéteectées multitudes du satellite Landsat, prises par les capteurs MSS (Multispectral Scanner) et TM (Thematic Mapper) qui couvrent une période de 35 ans (tableau 26), les images utilisées proviennent du site de USGS (United States Geological Survey) qui délivre des images à libre accès; le choix du satellite Landsat est du à la moyenne résolution partielle de ses images (57 mètres pour le MSS et 30 mètres pour le TM) permettant l'analyse à une échelle régionale, la sélection des scènes est fonction surtout de leur disponibilité, aussi de leur qualité et résolution spectrale.

**Tableau 26** : Caractéristiques des images Landsat utilisées couvrant la région d'étude

<b>Capteur</b>	<b>Centre de scène : Path/Row</b>	<b>Date de l'acquisition</b>	<b>Résolution spatiale (mètre)</b>
MSS	207/036	10/11/1972	57
TM	192/036	13/4/2007	28.5

La méthodologie consiste à la réalisation d'une série de traitement sous l'environnement de deux logiciels : ENVI 4.7 (télédétection) et ArcMap 10.0 (Système d'information géographiques) et sont :

- Le choix des canaux multi spectraux pour toute scène est fait en retenant les canaux 1 (bleu), 4 (proche infra rouge) et 5 (moyen infra rouge) pour une meilleure visualisation des éléments de l'espace, et des sables notamment.
- L'extraction de la zone d'étude a permis l'obtention de deux scènes d'égale dimension (1942 x 1894 pixel) couvrant une superficie de 222 620 ha.
- Analyse visuelle des compositions colorées et caractérisation des éléments de l'espace (les sables se figurent en couleurs jaune).
- Choix des échantillons test relatifs au sable sous ENVI 4.7 pour chaque scène Landsat.
- Classification des images en mode supervisé selon la méthode parallélépipède, qui est basée sur une logique booléenne, le regroupement des pixels (pour constituer une classe) dépend du minimum et du maximum des valeurs de réflectance par classe et par bande spectrale.
- Réalisation des cartes des étendues sableuses en déterminant la surface occupée pour chaque date, et superposition des couches « sable » relative à chaque date en format vecteur, pour obtenir la carte dynamique de l'évolution des sables de 1972 à 2007.

### **III-2-2 Utilisation de NDVI au suivi de l'état des parcours**

Le suivi diachronique de l'état des parcours est mis en exergue en se référant à deux scènes Landsat couvrant la région d'étude, l'état et la dynamique du parcours est mise en relief en utilisant le NDVI : indice souvent utilisé à l'étude de la végétation.

Outre la disponibilité des scènes, le choix d'une image satellitaire en vue de l'étude du couvert végétal est surtout lié à la date de prise de vue. Une image prise durant la saison de pleine croissance végétale permet une meilleure visualisation et donnera de meilleurs résultats.

Pour se faire, nous avons retenus deux images Landsat TM prises respectivement en mars 1987 et en avril 2007, ces deux mois correspondent un stade végétatif maximal dans la région, ainsi une durée de 20 ans (1987 à 2007) est théoriquement assez longue pour déceler une éventuelle progression ou régression de l'état du parcours.

Le calcul de NDVI fait appel aux deux bandes rouge et infra rouge de chaque image Landsat, et est réalisé sous environnement du logiciel Idrisi Selva 15.0 (logiciel de télédétection et de système d'information géographique) comme suit :

- L'extraction de la zone d'étude a permis l'obtention de deux scènes d'égale dimension (1180 x 1176 pixel) couvrant une superficie de 131 819 ha au sud de Tébessa;
- Analyse visuelle des compositions colorées en utilisant les canaux 2, 3 et 4. Cette trichromie permet de visualiser la végétation en couleur rouge ;
- Calcul des valeurs de NDVI pour chaque image et comparaison bi date ;
- Reclassement des valeurs obtenues de NDVI afin de pouvoir effectuer une comparaison spatiotemporelle.

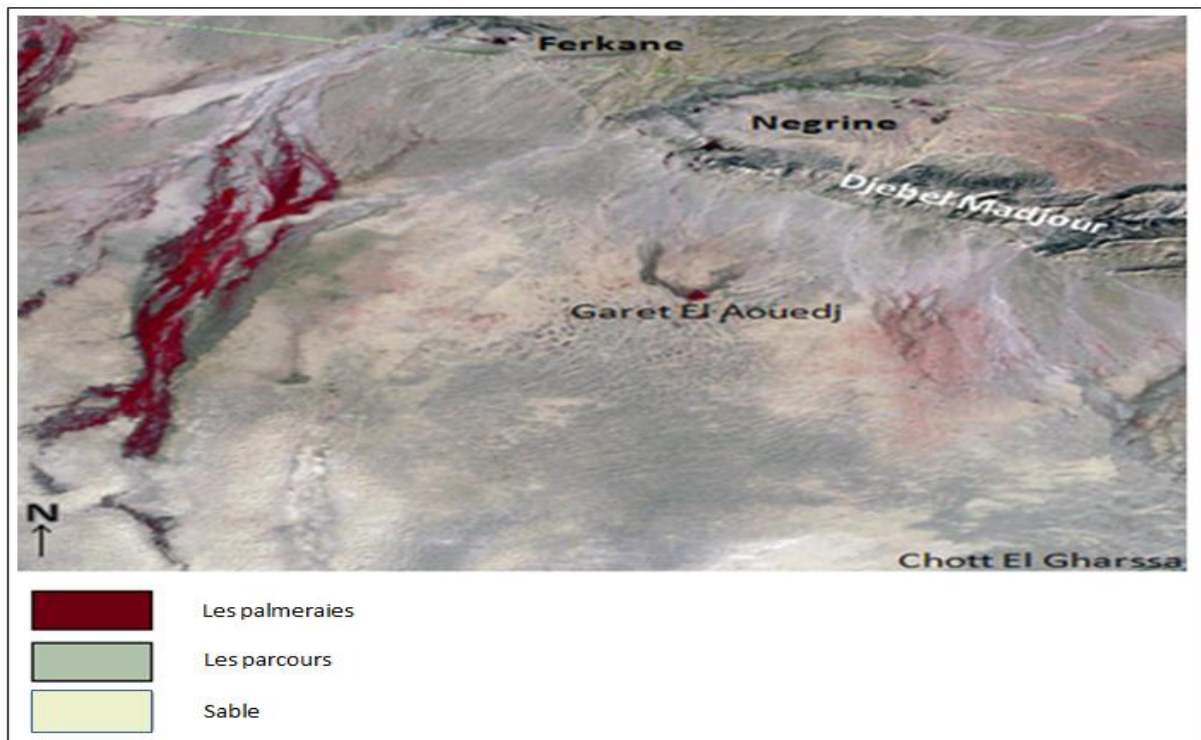
**Tableau 27** : Caractéristiques des images Landsat utilisées

<b>Capteur</b>	<b>Centre de scène : Path/Row</b>	<b>Date de l'acquisition</b>	<b>Résolution spatiale (mètre)</b>
TM	192/036	5 mars 1987	28.5
TM	192/036	13 avril 2007	28.5

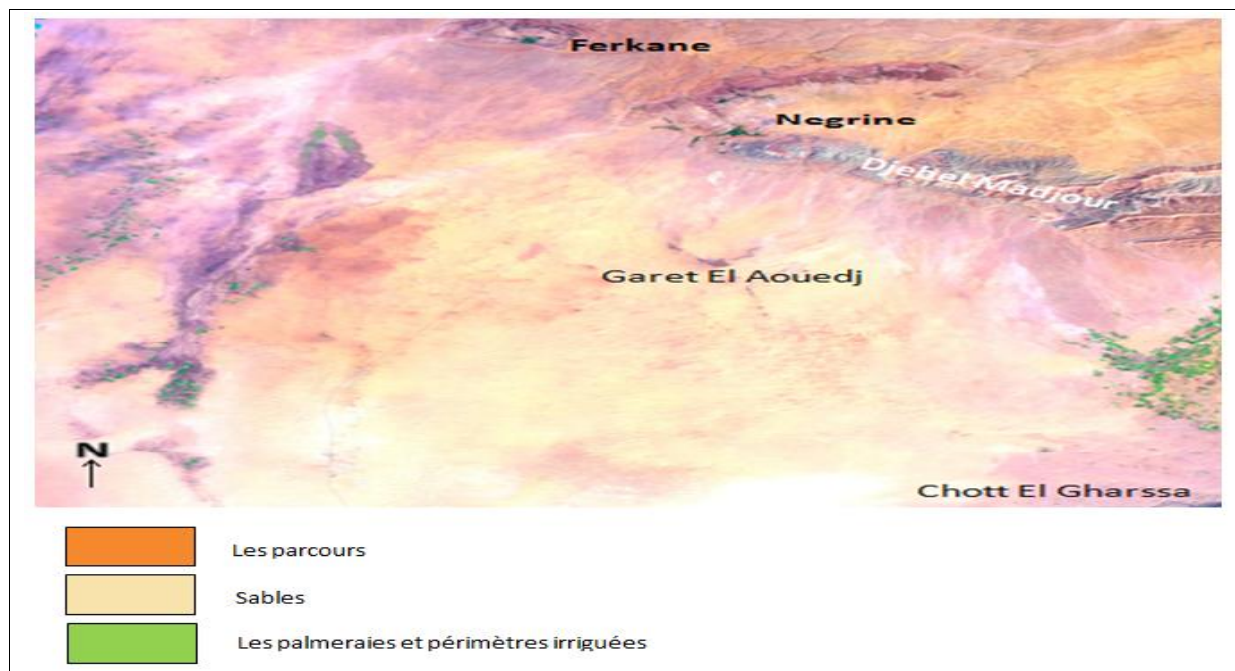
### **III-3 Résultats et discussion**

#### **III-3-1 L'extension de l'ensablement entre 1972 et 2007**

L'analyse visuelle de la trichromie des canaux 1, 2 et 3 pour la scène MSS, et des canaux 1, 4 et 5 de la scène TM s'est avérée particulièrement significative et représente la réalité terrain. Selon les différents degrés de réflectance, on distingue les palmeraies, les sols humides de sebkhas, les sols nus et les sables et dunes linéaires qui apparaissent en couleur blanche et jaunâtre pour l'image de 1972 (figure12), en jaune claire pour l'image de 2007 (figure13) et en jaune foncée pour la carte topographique de 1953 (figure14).



**Figure 12 :** Composition colorée de la région sud de Tébessa (1972). Trichromie des canaux 1, 2 et 3



**Figure 13 :** Composition colorée de la région sud de Tébessa (2007). Trichromie des canaux 1, 4 et 5





**Figure 14 :** mosaïque des cartes topographiques : Chott Melghir 32-5 et Gafsa 32-6 à une échelle de 1/250000 (armée américaine, 1953), montrant la proximité de la région d'étude à Chibani et Erg El Oucif au sud.

Les cartes issues de la classification supervisée par la méthode parallélépipède, permettent la localisation et l'estimation des étendues sableuses en 1972 et en 2007 (tableau 28), ces cartes permettent de constater que l'évolution des étendues sableuses au sud de

Tébessa est nettement perceptible, la surface occupée des sables passe de 16033 ha en 1972 soit 7 % de la superficie totale à 48380 ha représentant 22 % du total en 2007 (figure13).

**Tableau 28:** Superficie des sables (Ha) calculée de l'image 1972 et 2007

Année	Superficie des sables (Ha)	%
1972	16 033	7
2007	48 380	22

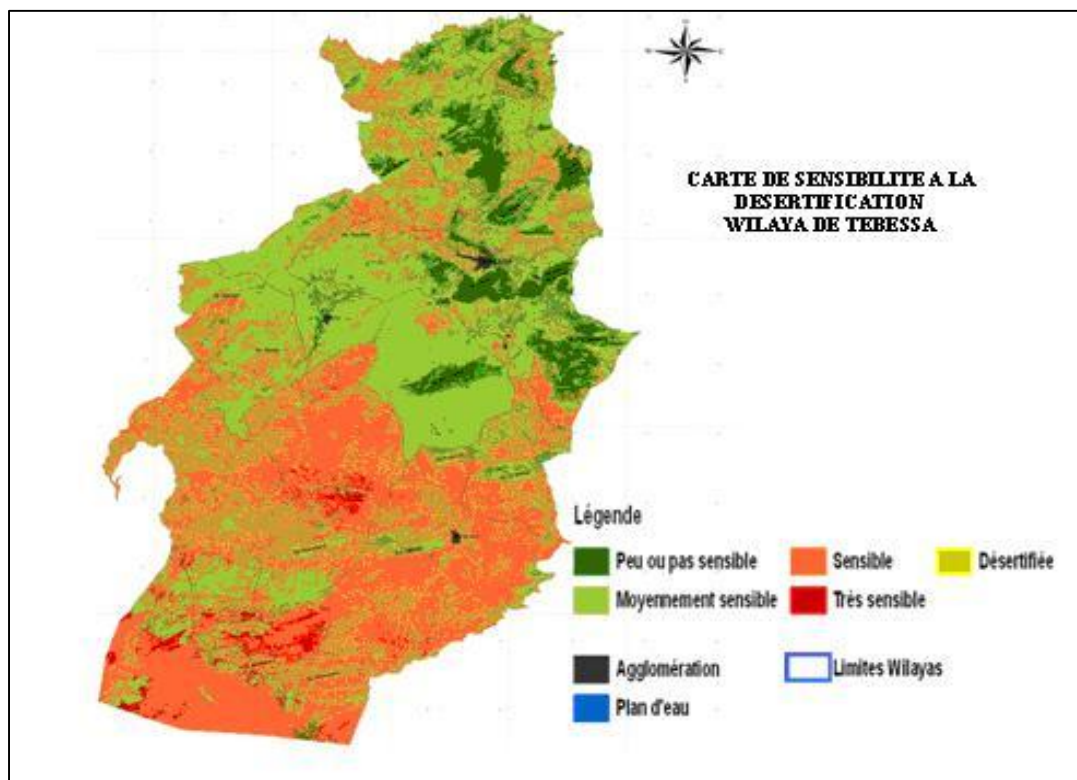
L'Erg Chibani et l'Erg Oucif qui se localisent bien au sud, alimentent les zones situées plus au nord en sables, qui sous l'action des vents vont être mobilisés et déplacés plus au nord, pour enfin être accumulés aux piémonts sud de Djebel Madjour qui représente une barrière topographique à effet direct sur la migration des sables.

L'accumulation des sables peuvent sensiblement contribuer à l'appauvrissement des écosystèmes provoqué notamment, par le problème de la sécheresse, le surpâturage, l'extension des parcelles agricoles et l'ensablement (figure16). la dégradation des parcours a engendré une situation nouvelle caractérisée par la réduction du couvert végétal, la diminution de la production fourragère et l'extension rapide de l'ensablement éolien dans des zones agricoles et non agricoles (Benmessaoud *et al.*, 2007).

Selon Nedjraoui, (2011), le processus de désertification est, aujourd'hui, décelable par l'œil de l'observateur. On assiste à un ensablement progressif allant du léger voile éolien dans certaines zones à la formation de véritables dunes dans d'autres (Photo 03). L'ensablement des parcours a réduit l'apport des valeurs fourragères aux éleveurs qui ont été conduits, à modifier leurs stratégies de production à abandonner le nomadisme en faveur de nouvelles formes d'élevage plus adaptées et plus rentables (Photo 04).

La carte de sensibilité à la désertification élaborée Par Kadi Hanifi et Salamani en 2004 montre le niveau de déséquilibre des milieux steppiques et la sensibilité de ceux-ci à la désertification, les sols des zones steppiques sont fortement sensibles à la désertification.

Selon la carte de sensibilité à la désertification de la wilaya de Tébessa, élaborée par le Centre National des Techniques Spatiales d'Arzew (CNTS) en 2010, la région sud de Tébessa à été classé en zones moyennement sensibles, zones sensibles et zones très sensibles (Figure15).



**Figure 15 :** Carte de sensibilité à la désertification de la wilaya de Tébessa. (CNTS, 2010)

Selon Benslimane *et al.*, (2008), 74,81 % des parcours steppiques sont au seuil de la désertification. Comparée aux travaux de 2010, réalisés par le CNTS (Centre National des Techniques Spatiales), on peut confirmer que l'évolution phénoménale de ce fléau naturel, durant ces 20 dernières années s'accélère selon un rythme d'environ 40 000 ha/an. Les résultats des études cités au dessus confirment les résultats de notre étude.



Photo 3 : Evolution de l'ensablement

Photo 4 : Erosion éolienne

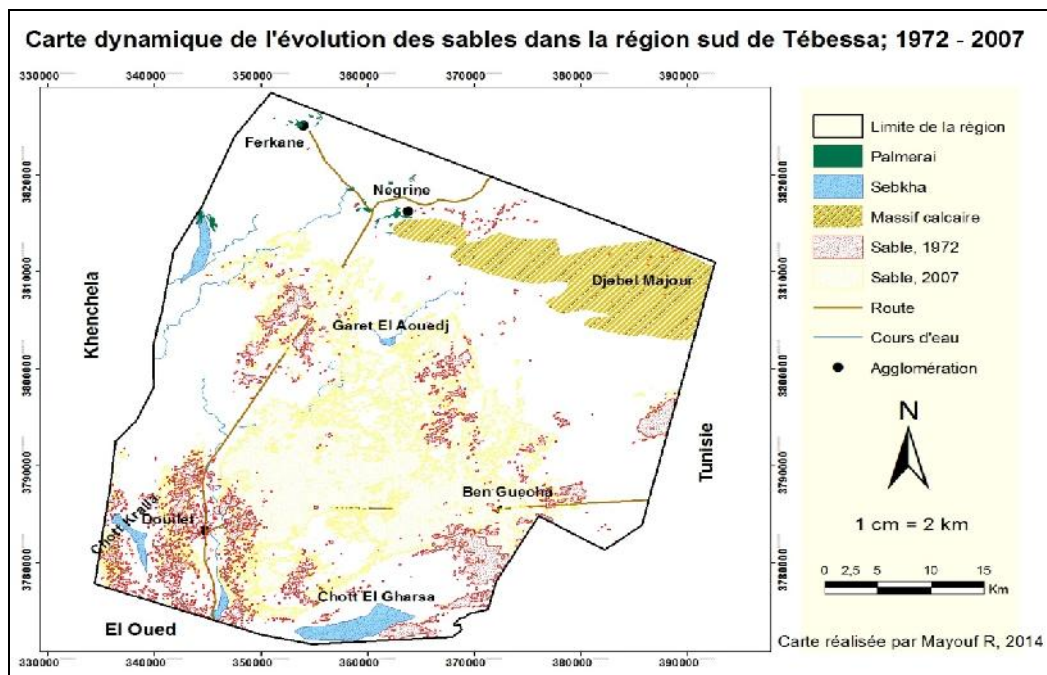


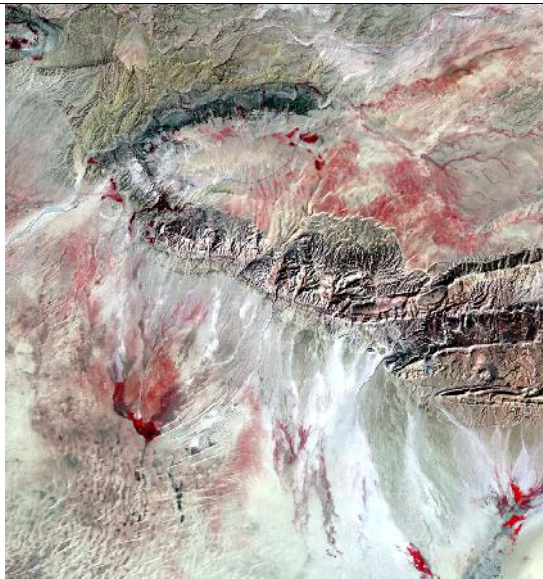
Figure 16 : Évolution des étendues sableuses au sud de Tébessa de 1972 à 2007

### III-3-2 L'indice de végétation entre 1987 et 2007

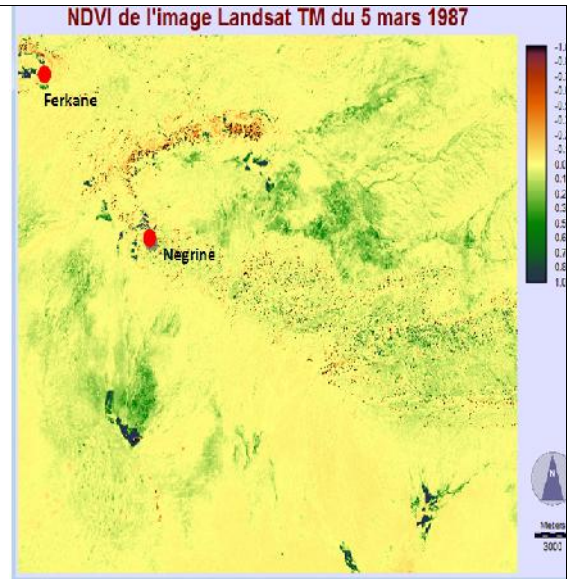
La combinaison des bandes 2-3-4 en fausses couleurs laisse apparaître le couvert végétal en rouge, la nuance en couleur indique la différence en densité et en forme du végétal.

Sur l'image de mars 1987 (figure 17, 18), on peut constater l'existence du végétal à travers la région d'étude. Les palmeraies de Negrine et Ferkane apparaissent en rouge foncé, ainsi les arbustes qui occupent le massif calcaire de Madjour, quand aux formations steppiques existantes, elles montrent une couleur plus claire en raison de leur faible densité par rapport aux autres formations. Ces parcours sont surtout constitués des plantes allopathes qui occupent les dépressions et les abords des lits des oueds temporaires tels : oued Djerch et Oued Djerrada à l'ouest, Oued El Mellah, Oued Rhisserane et Garet El Aoudj au centre, et chott El Gharssa au sud (figure 17, 18), ainsi au nord de la région sur les terrains marneux du piémont nord de Djebel Madjour.

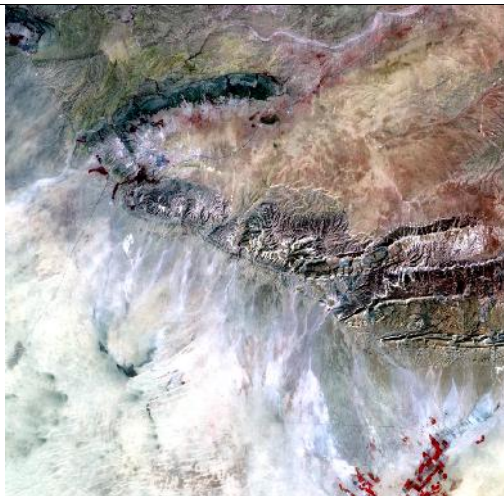
Sur l'image d'avril 2007 (figure 19, 20), on peut visuellement constater la régression du végétal steppique au sud de djebel Madjour, le rouge visualisé dans l'image de 1987 laisse place à une autre remarquablement plus claire, des périmètres irrigués au sud est dans la région d'El Marmouthia sont développés sur les terrains alluviaux d'Oglat Triaa. Les palmeraies de Negrine et Ferkane ont de même subi une régression (figure 19, 20).



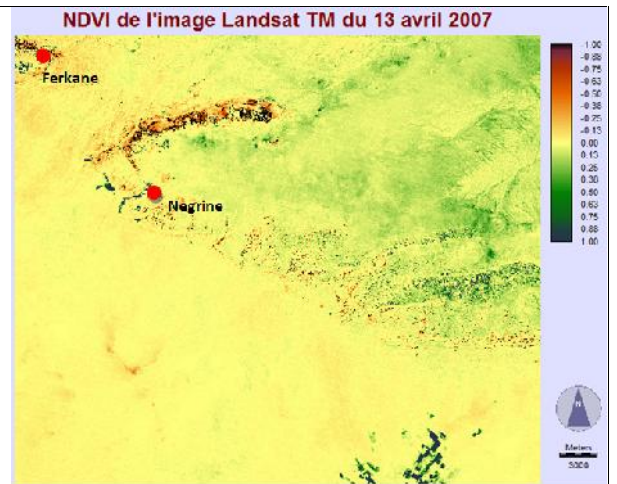
**Figure 17 :** Composition colorée des bandes 2,3,4 de l'image Landsat TM (Thematic Mapper) du 5 mars 1987



**Figure 18 :** NDVI calculé à partir des bandes 3 (rouge) et 4 (proche infrarouge) de l'image Landsat TM du 5 mars 1987



**Figure 19 :** Composition colorée des bandes 2,3,4 de l'image Landsat TM (Thematic Mapper) du 13 avril 2007



**Figure 20 :** NDVI calculé à partir des bandes 3 (rouge) et 4 (proche infrarouge) de l'image Landsat TM du 13 avril 2007

**Tableau 29:** Changement diachronique de la végétation (NDVI) de 1987 à 2007 au sud de Tébessa

Classes de NDVI	Occupation du sol	Superficie en Hectare	
		1987	2007
(-1) à (-0,5)	Sol nu ou autres	641	1 032
(-0,5) à (0)	Sol nu	46 254	51 835
(0) à (0,5)	Parcours	83 936	78 082
(0,5) à (1)	Végétation dense	988	1 064

Le résultat des classes ( $NDVI_{2007}$  et  $NDVI_{1987}$ ) est une image des changements survenus dans la zone étudiée (figure 21 et 22). Les valeurs des classes de NDVI de cette image sont comprises entre -1 et 1 et sont regroupées dans quatre classes suivant la réflectance de chaque formation sur le terrain.

Les valeurs négatives de (-1 à 0) correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme sol nu, la neige, l'eau ou les nuages.

Pour les sols nus, le NDVI présente des valeurs de (-0.5 à 0).

Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de NDVI positives, généralement comprises entre 0.1 et 1. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses. Les parcours généralement ont le NDVI de 0.1 à 0.5.

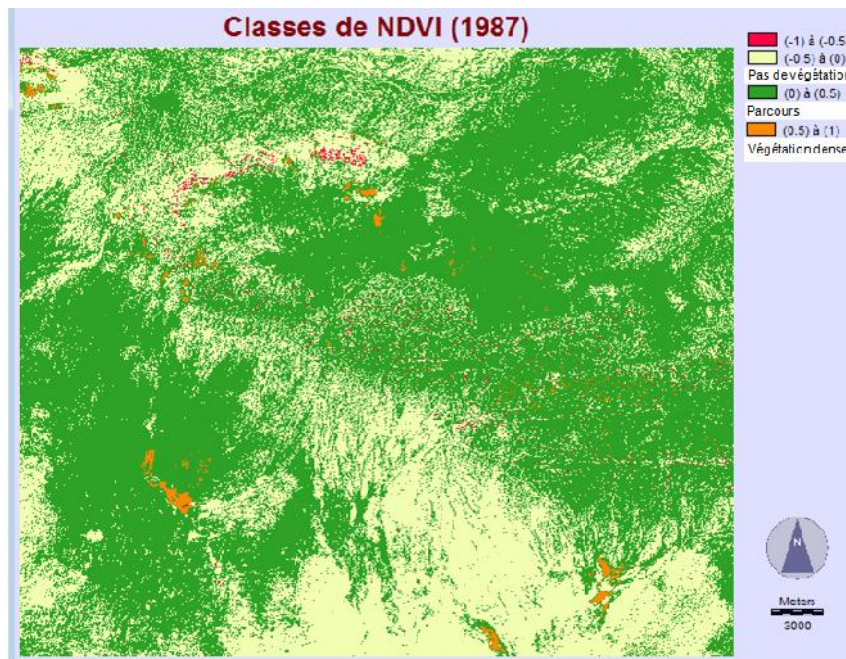


Figure 21 : Classes de NDVI (1987)

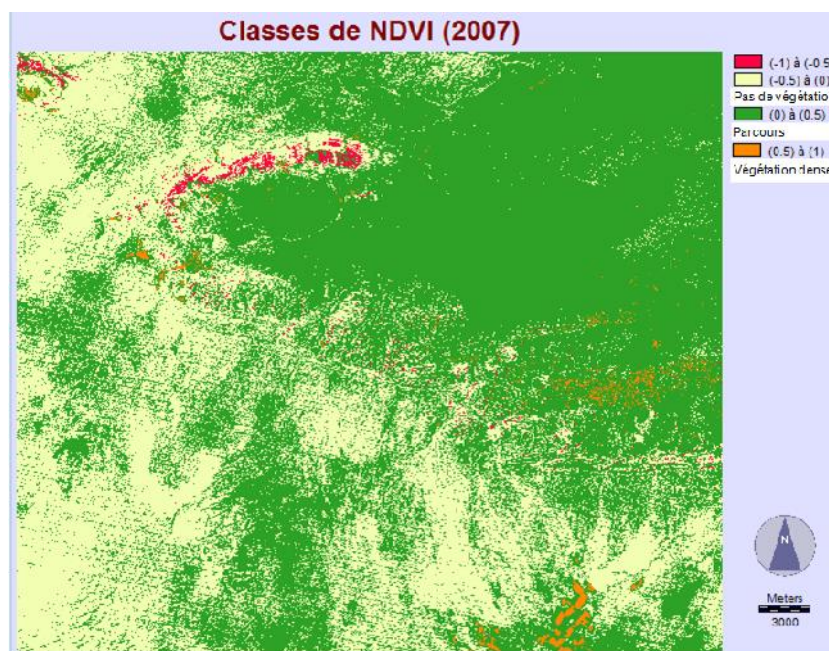


Figure 22 : Classes de NDVI (2007)

L'évolution des changements est regroupée en 4 classes de couleurs différentes, dont on distingue ;

- La partie en couleur rouge (NDVI de (-1 à -0.5) représente la neige, l'eau ou les nuages).



- La partie en couleur blanche (NDVI de -0.5 à 0) représente le sol nu (sable), la zone qui se localise dans le nord (sur les monts), marque une légère amélioration (Figure 21, 22). Les basses altitudes montrent une forte diminution de cet indice. Ceci est dû à l'effet de l'érosion éolienne. On observe en même temps une dégradation de la végétation le long des couloirs des vents affectant les sols peu profonds et les couches sableuses.

- La partie en couleur verte (NDVI de 0.1 à 0.5) représente les parcours, a été affecté par la dynamique de changement négatif la plus intense

- La partie en couleur orange (NDVI de 0.5 à 1) représente la végétation dense (culture irriguée et palmeraies) qui a subi un changement positif

En générale, les résultats des classes NDVI montrent qu'il ya une régression de la superficie des parcours passant de 83936 ha en 1987 à 78082 ha, ce qui confirme les résultats de l'ensablement des parcours de la zone d'étude.

Les conditions climatiques constituent un facteur non négligeable de cette régression, cependant, le facteur anthropique reste toujours déterminant à plusieurs niveaux (Bouchetata *et al.*, 2005). Selon Haddouche *et al.*, (2007), dans le cas des steppes situées en bordure nord du Sahara, les processus de dégradation des sols, causés par le surpâturage (photo 06) ou la culture des sols sableux (photo 05), le taux de couverture de la végétation pérenne décroît (photo 07), les horizons superficiels sont érodés par le vent et/ou l'eau alors qu'ailleurs l'accumulation de sable donne naissance à des dunes stériles. Selon Benabdeli (1996), quelque soit le groupement végétal et l'étage bioclimatique auquel il appartient, le taux d'occupation du sol moyen toutes strates confondues varie entre 45 et 65% avec cependant un minimum de 25% et un maximum de 85%.



Photo 5 : Concession sur sol sableux



Photo 6 : Surpâturage



Photo 7 : Dégradation des cultures pérennes

D'après Khader *et al*, (2014), le taux de régression enregistré sur une période de 14 ans dans la région de Djelfa est de 31,01 % de la superficie totale, ce qui explique une intense dégradation due principalement à l'action climatique et la pression anthropozoïque par le surpâturage et la mise en culture des parcours.

Selon Benguerai *et al*, (2014), l'inadéquation de certaines cultures aux terrains (photo 08), le défrichage excessif (photo 09) et la surexploitation de quelques espèces ligneuses (photo 10) a abouti à la dégradation de vastes territoires ayant pour conséquence un paysage

au sol dénudé, caractérisé par une forte érosion et par la pauvreté générale des populations qui l'occupent.



Photo 8 : Culture dans les talwegs



Photo 9 : Défrichage excessif



Photo 10 : Surexploitation des espèces ligneuses

### **III-4 Conclusion**

Dans la région d'étude, la dynamique des sables se trouve fortement représentée par plusieurs formes (voiles sableux, dunes de sable, des cordons dunaires ect..). Selon les habitants de la région la végétation a été régressée en laissant place à l'ensablement ce qui a entraîné un développement important des accumulations sableuses.

L'étude a révélé des signes différents de la désertification et de la dégradation des terres dans la zone d'étude, La comparaison de l'extension de l'ensablement entre 1972 et 2007 et des NDVI dérivés des images (1987 et 2007) traitées a permis d'obtenir la carte des changements. L'analyse des résultats montre l'impact de la dégradation dans la zone étudiée.

En général, les sols nus occupent des surfaces importantes, ce qui explique que cette zone a connu une régression radiométrique résultat d'un changement dans l'état de la végétation, traduit par une dégradation de 31967 hectares, soit environs 30% de la superficie totale de la zone d'étude, cette régression est liée à des facteurs multiples notamment l'action anthropozoïque et climatique.

## Conclusion générale

Les terres de parcours de la région d'étude sont des écosystèmes portant une végétation naturelle, utilisées essentiellement pour la production animale. Ces terres offrent des moyens de subsistance à des milliers de personnes. Malgré l'importance de ces zones fragiles, il est étonnant qu'il n'y ait eu, à ce jour, aucune évaluation globale de leur état et de leur évolution, entravant ainsi tout plan d'aménagement ou de lutte contre la dégradation et la désertification.

Les résultats de notre travail nous ont permis de connaître l'état des parcours steppiques de la région présaharienne de Tébessa, qui ont subi une dégradation intense par la propagation du sable. La surface occupée par ce dernier passe de 16033 ha en 1972 à 48380 ha en 2007. Le phénomène de l'ensablement agit grandement sur la perte de la biodiversité végétale et contribue, en outre, aux changements climatiques. La réduction du potentiel biologique des parcours se traduit par la régression de la superficie du couvert végétal, selon les valeurs de NDVI en passant de 83936 ha à 78082 ha.

Les causes principales de la dégradation sont les actions anthropiques qui sont accentuées par le climat. Un système de surveillance par la télédétection spatiale devient nécessaire pour fournir aux décideurs un outil opérationnel adapté du suivi spatio-temporel de l'état des parcours.

Concernant les valeurs nutritives des parcours, l'analyse de la composition chimique montre que les plantes dominantes étudiées sont caractérisées par une richesse en cellulose brute avec un fort taux de lignine qui semble être une forme

d'adaptation de ces espèces au milieu aride, en limitant au maximum leur vitesse d'évaporation, par la diminution de leurs proportions feuilles/tiges.

L'effet saison sur la valeur nutritive des plantes est bien marqué, les variations climatiques saisonnières se traduisent sur les plantes par une variabilité de la valeur nutritive entre saisons.

L'été est caractérisé par des teneurs plus faibles en matière organique (MO) et matière azotée totale (MAT) et plus élevées en matière minérale (MM). peut être attribuée à l'effet des fortes températures durant cette saison qui fait lignifier toutes les parties vertes et tendres des plantes.

Le printemps est caractérisé par des fortes teneurs en matière azotée totale et des faibles teneurs en composés pariétaux (NDF, ADF et ADL) et en cellulose brute (CB). Ceci se justifie par l'augmentation du rapport feuille/tige qui est très marquée en cette saison.

L'automne et l'hiver sont caractérisés par de fortes teneurs en composés pariétaux (NDF, ADF et ADL), en cellulose brute et par des teneurs moyennes en matière azotée totale. Ceux-ci sont liés aux variations climatiques, les plantes restant encore sous l'effet des périodes sèches et chaudes (l'été et les deux premiers mois de l'automne).

La production de phytomasse et la charge moyenne à l'hectare sont variables suivant les saisons. En hiver, on enregistre un maximum de production de matière sèche et de capacité de charge à l'hectare, et en été, les minimums. Ces deux paramètres inter dépendants, sont principalement influencés par la pression anthropique, la surexploitation et les conditions climatiques.

Généralement, le couvert végétal des zones arides est lié aux caractéristiques climatiques, très irrégulières et très aléatoires.

L'étude a contribué à une compréhension, de la dynamique de végétation spontanée pastorale, de la composition chimique et valeur nutritive des espèces dominantes dans la région d'étude, de l'effet de la saison sur la valeur nutritive.

Au vu de l'ensemble de nos résultats, il est absolument impératif de mettre en place un suivi à base de télédétection multi-temporelle pour l'évaluation de la dégradation des parcours dans la région. Des simulations sur la détermination de la valeur nutritive et l'évolution de la dégradation des parcours, pourront être mise en œuvre pour une meilleure gestion des parcours.

## Référence bibliographique

**Abdelguerfi, A., Laouar, M. 1997.** Privatisation et partage du foncier : une des causes de la dégradation des milieux naturels en Algérie, Options méditerranéennes, Montpellier, série A, n° 32 ; pp.209-212.

**Aidoud, A. 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des haute plaines Algéro-oranaises. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse doctorat, USTHB, Alger, 240p

**Aidoud, A., Nedjraoui, D. 1992.** The steppes of alfa (*Stipa tenacissima* L) and their utilisation by sheeps. In Plant animal interactions in mediterranean-type ecosystems, MEDECOS VI, Grèce. p. 62-67

**Aidoud, A. 1994.** Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie, cas de la steppe d'Alfa (*Stipa tenacissima* L). paratelo 37° 16, pp. 33- 42.

**Aidoud, A. 1996.** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Sécheresse, 7, 187-93.

**Aidoud, A., Le Floc'h, E et Le Houerou, H.N. 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse, vol. 17, n° 1-2, p. 19-30.

**A.N.A.T 2004.** Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire. Carte bioclimatique de l'Algérie.

**Amrani, O. 2006.** Valeur nutritive du chardon marie *silybum marianum*(l) Gaerthen (Tawra). Thèse magister Agro. univ BATNA. 81 p.

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

**Anyamba, A. and C.J. Tucker. 2005.** Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA AVHRR NDVI data from 1981–2003. Journal of Arid Environments 63, 596–614.

**A. O. A. C. 1990.** Official Method of Analysis 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists Washington, D. U.S.A.

**Arab, H., Hadi, M.L., Mehennaoui, H. 2009.** Evaluation de la valeur nutritive par la composition chimique des principaux fourrages des zones arides et semi-aride en Algérie. Sciences & Technologie 30 : 50-58.

**Arhab, R., Aggoun, M., Bousseboua, H., Macheboeuf, D. 2007.** Contribution of both soluble and insoluble fractions of desert by-products to their *in vitro* fermentation Livestock Research for Rural Development. 9 (3).



**Bannari, A., Morin, D., Huete, A.R., Bonn, F. 1995.** A Review of Vegetation Indices. Remote Sensing Reviews, vol. 13, p. 95-120.

**Baumont, R., Aufrère, J et Meschy F. 2009.** La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation. Fourrages (2009) 198, 153-173.

**Bedrani, S. 1987.** Algérie : une nouvelle politique envers la paysannerie ? Revue de l'Occident Musulman et de la Méditerranée 1987 45: 55-66.

**Begni, G., Escadafal, R., Fontannaz, D., Nguyen, A.T. 2005.** La télédétection, un outil pour le suivi et l'évaluation de la désertification. CSFD, Dossier n°2 du Conseil scientifique français de la désertification (CSFD). Montpellier, Agropolis , n° 2, p48.

**Benabadji N., Bouazza M. 2000.** Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à Artemisia herba-alba Asso dans l'Oranie (Algérie occidentale). Sécheresse. Volume 11, Numéro 2, 117-23.

**Benabdeli. K, 1996.** Mise en évidence de l'importance des formations basses dans la sauvegarde des écosystèmes forestiers : cas des monts de Daya (Algérie occidentale). Eco. Med., XXII, p 101– 112.

**Benabdeli, K. 2000.** Évaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique. Commune de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes-Algérie). Options Médit., 39: 129-141.

**Benarfa, N. 2005.** Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Tébessa. Mémoire Magister, UMC. Constantine, pp130.

**Benguerai, A., Benabdeli, K., Yerou, H. 2014.** Apport de l'approche systémique des systèmes d'élevage à l'identification des sources de dégradation des terrains de parcours : cas de la région de Naâma (Algérie). Afrique science: 10 (3), 205- 214.

**Benmahmoud, K.A. 2012.** Espaces sud arides 40 ans de gestion traditionnelle et projets de développement (Analyse de 1970 à 2010) : Cas de la Wilaya de Tébessa. Mémoire Magister, UMC. Constantine, pp158.

**Benmessaoud, H., Kalla, M., Dridi, H. 2007.** Utilisation des images Alsat 1 pour la réalisation d'une carte d'occupation du sol des zones semi arides. Cas de la région des Aurès (Algérie). Actes du colloque Géoflore, Nancy, 10-12 mai 2007.

**Benmessaoud, H. 2009.** Etude de la vulnérabilité a la désertification par des méthodes quantitatives numériques dans le massif des Aurès (Algérie). Thèse doctorat- Université EHL, Batna, pp 200 + Annexes.

**Benrebiha, A. 1984.** Contribution à l'étude l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : cas de la région de Ain Ouessara la wilaya de Djelfa. Thèse de magistère. INA EL Harrach.

**Benrebiha, A., Bouabdellah, E. 1992.** Note sur l'état des parcours steppiques en Algérie. Séminaire international du réseau PARCOURS, INES d'Agronomie de CHLEF-Algérie, Num. spéc. pp. 25-32.

**Bensaid, A., Smahi, Z., ; Iftene, T., Benzineh, S. 2003.** Utilisation de la télédétection et des SIG pour l'aide à la surveillance du risque de dégradation des parcours steppiques *Télédétection*, 2003, vol. 3, n° 5, p. 387-402.

**Bensaid, A. 2006.** Sig et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : Cas de la wilaya de Naâma. Thèse de Doctorat, Université d'Es Senia, Algérie, 318 p.

**Benslimane, M., Hamimed, A., El Zerey, W., Khaldi A., K. Mederbal. 2008.** Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du nord, Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8 Numéro 3. URL :<http://vertigo.revues.org/6782> ; DOI : 10.4000/vertigo.6782

**Bensouiah, R. 2006.** Vue d'ensemble de la steppe algérienne. Doc en ligne: (<http://desertification.voila.net/steppealgerienne.htm>).

**Bonn F., Rochon G., 1992.** Précis de télédétection. Volume 1 : Principes et Méthodes, Presses de l'Université du Québec/AUPELF

**Bouallala, M. 2012.** Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara occidental algérien. Cas des régions de Béchar et Tindouf. Thèse doctorat en sciences agronomiques. U.K.M. Ouargla.192 p.

**Bouazza, L., Bodas, R., Boufennara, S., Bousseboua, H., Lopez, S. 2012).** Nutritive evaluation of foliage from fodder trees and shrubs characteristic of Algerian arid and semi-arid areas. J. Anim. Feed. Sci. 21:521-536.

**Bouchetata, T.B., Bouchetata, A.A. 2005.** Dégradation des écosystèmes steppiques et stratégie de développement durable. Mise au point méthodologique appliquée à la Wilaya de Nâama (Algérie). *Développement durable et territoires*, Revue en ligne. URL :<http://developpementdurable.revues.org/1339>. DOI : 10.4000/developpementdurable.1339

**Boucif, H. 2014.** Contribution à l'étude de la productivité des parcours steppiques de la région sud de la wilaya de Tlemcen: (cas de la commune d'El Bouihi). Mémoire de Master. Université ABB. Tlemcen. 75 p.

**Boughani, A. 1995.** Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra). Thèse magister, USTHB, Alger, 226p.

**Boumezbeur, A., Benhadj, M. 2003.** Fiche Descriptive sur les Zones Humides RAMSAR, Chott Zahrez chergui (Algérie). Direction Générale des Forêts, , 10 p.

**Bourbouze, A., Donadieu, P. 1987.** L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes. Options Méditerranéennes. CIHEAM. Montpellier. <http://om.ciheam.org/om/pdf/s12/CI900669.pdf>.

**Braun Blanquet, J. 1951.** Pflanzensozologie (2<sup>e</sup> ed), Springer, Vienne. 631pages.

**Brouri, L. 2011.** Impacts des changements climatiques sur la gestion durable des ressources pastorales et des parcours dans les zones arides et semi arides de l'Algérie. Workshop international sur : l'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi arides du Maghreb. UKM. Ouargla 21-24 Novembre 2011.

**Centre des Techniques Spatiales d'Arzew (CTS/ASAL). 2006.** Finalisation de la carte nationale de sensibilité à la désertification par l'outil spatial. Doc en ligne : <http://www.asal.dz/desertification.php>.

**Chabaca, R., Chibani, C. 2010.** Fourrages algériens: 2. Modèles de prédiction de l'ingestion. Livestock Research for Rural Development. Vol. 22, 2010.

**Chaibou M., 2005 :** Productivité zootechnique du désert ; le cas du bassin laitière d'Agadez au Niger. Thèse Doc. Montpellier II : CIRAD- EMVT. 301 P.

**Cehma, A. 2005.** Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions de Ouargla et Ghardaia. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba, 178 p.

**Cehma, A., Youcef, F. 2009.** Variations saisonnières des caractéristiques floristiques et de la composition chimique des parcours sahariens du sud est Algérien. *Sécheresse.*, 20 (4) : 373-81.

**Chellig, R. 1969.** La steppe, le pays du mouton. Rapport MARA, production animale, 9p.

**Chibani, C., Chabaca, R et Boulberhane, D 2010.** Fourrages algériens. 1. Composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée. Livestock Research for Rural Development. Volume 22, 153.

**Demarquilly, C., Andrieu, J., Grenet, E. 1981.** Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotés des fourrages, in prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed.INRA publications, Versailles. pp. 129-154.

**Demarquilly, C. 1982.** Influence des facteurs climatiques sur la composition et la valeur nutritive de l'herbe, INRA, Actions du climat sur l'animal au pâturage, Séminaire Theix, 31 mars – 1er avril 1982, Versailles, INRA. pp. 49 – 63.

**Démarquilly, C et Andrieu, J. 1988.** Les fourrages: In Alimentation des Bovins Ovins & Caprins. INRA, Paris; pp: 315-334.

**Dos Santos, G. 2001.** Classification automatique à partir de photographies aériennes. Rapport de maîtrise, Université de Pau, 70p.

**Escadafal, R. 1989.** Caractérisation de la surface des sols arides par observations de terrain et par télédétection applications : exemple de la région de Tataouine (Tunisie). Ed OROSTOM. Inst. Fran.Rech. Scien. Dévl. Coop. Collect. Etudes et theses. Paris. 317 p.

**Ferchichi, A. 1996.** Etude climatique en Tunisie présaharienne : proposition d'un nouvel indice de subdivision climatique des étages méditerranéens aride et saharien. *Medit (italy)*, 3/96 : 46-53.

**Ferdinand, B. 1996 :** Précis de télédétection, Volume2, Applications thématiques. Ed : Presse de l'Université Du Québec, pp 617.

**Floret, C., Galan, M.J., Le Floch, E., Orshan, G., Romane, F. 1992.** Dynamics of holm oak (*Quercus ilex L.*) coppies after clear cutting in southern France. *Vegetation*. pp : 99-100.

**Girard, M.C. 1999.** Traitements des données de télédétection. Dunod, Paris, 529 pages.

**Girard, M-C., Girard, C. 1999.** Traitement des données de télédétection, Dunod, Paris, 1999.

**Gounot, M. 1961.** Les méthodes d'inventaire de la végétation. *Bul. Ser. Cart. Phytogéo.* 6: 7-73.

**Guerin, H., Richard, D., Lefevre, P., Friot, D., Mbaye, N. 1989.** Prévion de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens Actes du XVIème Congrès International des Herbages, Nice, France, Vol 2. pp. 879-880.

**Haddi, M. L., Arab, H., Yacoub, F., Mehennaoui, S., 2009.** Seasonal changes in chemical composition and in vitro gas production of six plants from Eastern Algerian arid regions. *Livestock Research for Rural Development* 21 (4) 11pp.

**Haddouche, I. 2002.** Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation en milieu semi-aride- Cas de la région de Djelfa. Rapport de stage, 34.

**Haddouche, I., Mederbal, K., Saidi Slim. 2007.** Space analysis and the detection of the changes for the follow-up of the components sand-vegetation in the area of Mecheria, Algeria. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection* (185) : 26-29.

**Halitim, A. 1988.** Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p.

**HCDS 2005.** Haut commissariat au développement de la steppe. Programme de lutte contre la désertification. Rap. Synth. 15 p.

**HCDS 2007.** Haut Commissariat de Développement de la Steppe. Fiche d'identification des potentialités culturelles (communes Negrine et Ferkane) wilaya de Tébessa. pp12.

**HCDS 2010.** Haut Commissariat de Développement de la Steppe. Rapport d'action. 36 p.

**Jarrige, R. 1981.** Les constituants glucidiques des fourrages: in prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed.INRA publications, Versailles. pp.13-40.

**Jarrige, R. 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA. 471 pages.

**Kadi hanifi, H., Salamani M. 2004.** Carte de sensibilité à la désertification, Algérie. Projet Dis-med, OSS, Tunis, 24 p.

**Khader, M., Mederbal, K., Chouieb, M 2014.** Suivi de la dégradation de la végétation steppique à l'aide de la télédétection : cas des parcours steppiques région de Djelfa (Algérie). Courrier du Savoir. UMK . Biskra. N°18, Mars 2014, pp.89-93.

**Khaldi, A. 2014.** La gestion non durable de la steppe algérienne, Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement. URL : <http://vertigo.revues.org/15152> ; DOI : 10.4000/vertigo.15152.

**Khaldoun, A. 2000.** Évolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne. Le cas du camion Gak en hautes-plaines occidentales. Options Médi., 39: 121-127.

**Khelil, A. 1997.** L'écosystème steppique : quel avenir ?. Edition Dahlab, Alger. 184p.

**Lamotte, M., Bourliere, F. 1969.** Problèmes d'écologie -L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.

**Lecomte, P.H., Buldgen, A., Hellemans, P.H., Compere, R. 1996.** Caractérisation des variations saisonnières de la qualité des repousses des végétations naturelles de savane en région guinéenne (Ranch de l'Adélé, Togo). Annales de Zootechnie., 45 : 5.

**Le Houérou, H.N. 1969.** La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie de Lybie et du Maroc). Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie, 42(5), 1-624 et 1 carte couleur 1/ 500.000.

**Le Houerou, H.N. 1977.** Plant sociology and (ecology applied to grazing lands research, survey and management in the mediterranean Basin. Handbook of lletagation Science, XIII, 213-274, JDNK publi., The Haque.

**Le Houerou, H.N. 1985.** La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger.

**Le Houérou, H.N. 1992.** Relations entre la variabilité des précipitations et celles des productions primaire et secondaire en zone arides. In : Le Floch, E., Gouzis, A., Cornet, A. & Bille, J-C. (eds), L'aridité, une contrainte au développement, pp. 197-220. ORSTOM, Paris.

**Le Houerou, H. N. 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. In cahier option méditerranéenne, série B, N° 10, Ed : C.I.H.E.A.M., Montpellier. pp. 15-31.

**Le Houérou, H.N. 1996.** A probabilistic approach to assessing arid rangelands productivity carrying capacity and stocking rates. In : International Workshop on Sustainable Use of Rangelands and Desertification Control. Jeddah, 3-6 novembre 1996. pp : 1-19.

**Le Houérou, H.N. 2001** Biogeography of the arid steppeland north of the Sahara. *Journal of Arid Environments* 48: 103–128.

**Le Houérou, H.N. 2002.** Man-made deserts: Desertization processes and threats. *Arid Land Res. Manag.*, 16: 1-36.

**Le Houérou, H. N. 2006.** Environmental constraints and limits to livestock husbandry in arid lands. *Sécheresse*, 17 (1-2): 10-18.

**Manière, R., Chamignon, C. 1986.** Cartographie de l'occupation des terres en zone aride méditerranéenne par télédétection spatiale. *Ecologia Mediterranea*, XII (1,2) : 159-185.

**M.A.D.R. 1998.** Ministère de l'agriculture et de développement rural. Plan national d'action pour l'environnement. Rapp. synth., Alger, 15 p.

**Mebirouk-Boudechiche, L., Boudechiche, L., Touati, A., Tahar, A et Araba, A. 2010.** Valeur alimentaire et composition floristique des prairies permanentes multi espèces: résultats d'une étude conduite au Nord-est algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 22, 8.

**Nantoumé, H., Kouriba, A., Togola, D., Ouologuem, B., 2000.** Evaluation of the feeding value of forages and byproducts used for feeding small ruminants. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 53 (3): 50-55.

**Nedjimi, B., Homida, M. 2006.** Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. *Revue du Chercheur*, 4 :13-19.

**Nedjimi B., Sebti M., Naoui T. H. 2008.** Le problème du foncier agricole en Algérie. *Revue Droit Sci. Hum.*, 1: 1-11.

**Nedjimi, B. 2012.** Rangeland improvement and management options in the arid steppes of Algeria. In: Germano, M. Denise (Ed.) *Steppe ecosystems: Dynamics, land use and conservation*. Nova Science Publishers, Inc. New York:157-170.

**Nedjimi B et Guit B., 2012.** Les steppes algériennes: causes de déséquilibre. *Algerian journal of arid environment*. UKM Ouargla. Vol. 2, n° 2, pp 50-61.

**Nedjraoui, D. 2002.** Les ressources pastorales en Algérie. Doc FAO en ligne : [www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm).

**Nedjraoui, D. 2003.** Notes de réflexions sur la politique de lutte contre la désertification en Algérie: Profil fourrager. Rapport O.S.S. 34 p.  
<http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm>

**Nedjraoui, D., Bédrani, S. 2008.** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo*, 8 :1-15.

**Nedjraoui, D. 2011.** Vulnérabilité des écosystèmes steppiques en Algérie. Atelier Sous-régional sur “L’effet du Changement Climatique sur l’élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb“ Ouargla-Algérie, du 21 au 24 Novembre 2011.

**Oussedik, A., Iftene, T., Zegrar, A. 2003.** Réalisation par télédétection de la carte d’Algérie de sensibilité à la désertification, *Sécheresse*, 14, 3, 195-201.

**Ozenda, P. 1977.** Flore du Sahara. Edit. du CNRS. 625p.

**Ozenda, P. 1991.** Flore de sahara (3 édition mise à jour et augmentée) Paris, Editions du CNRS. 662 pages. + Cartes.

**Pontanier, R., Floret, C.H. 1982.** L’aridité en Tunisie prés saharienne. *Climat. Sol. Végétation et aménagement*. O.R.S.T.O.M. Paris- 1982. 544 p.

**Pouget, M. 1973.** Cartographie des zones arides: géomorphologie, pédologie, groupements végétaux et aptitudes du milieu à la mise en valeur. Echelle 1/100.000. Région de Messaad-Ain el Ibel (Algérie). Notice ORSTOM n°67, 89 p. et 4 cartes couleurs.

**Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud- algéroises. Thèse Doc., Travaux et documents de l'OROSTOM, Paris, 555 p.

**Qarro, M. 1996.** Évolution des systèmes d’élevage et leurs impacts sur la gestion et la pérennité des ressources pastorales en zones arides (région du Tafilalt, Maroc). *Options méditerranéennes* n° 32: 93-99.

**Quezel, P., Santa, S. 1962.** Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS Paris. 2 Vol. 1170 p.

**Renault-Benmiloud, M. 1980.** Pastoralisme, domination coloniale et désertification de la steppe algérienne. *Production Pastoralisme et société* N 6, pp.12-21.

**Richard, D. 1987.** Valeur alimentaire de quatres graminées fourragères en zone tropicale. Thèse doctorat 3ème cycle. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI. 314 pages.

**Rouse, J.W., Haas, W.J., Shell A., During, D.W., Harlan, J.C. 1974.** Monitoring the vernal advancement and retrogradation (Greenwave effect) of natural vegetation. NASA/GSFCT type III, Final report, Greenbelt MA, 164.

**Salemkour, N., Benchouk, K., Nouasria, D., Kherief nacereddine, S et Belhamra, M 2013.** Effets de la mise en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques de la région de laghouat (algerie). Journal Algérien des Régions Arides, n° special, 103-114.

**Seltzer, P. 1946.** Le climat de l'Algérie. Ed. Institut de météorologie et de physique du globe. Alger. 218 p.

**Soto, G. 1997.** Atriplex nummularia, espèce pionnière contre la désertification. FAO. XI. congrès Forestier Mondial. 13-22 Oct. 1997. Antalya- Turquie, Vol.2, thème 10, 2p.

**Towhidi, A., Seberifar,T., Dirandeh, E. 2010.** Nutritive value of some herbage for dromedary camels in the central arid zone of Iran. Trop Anim Health Prod 2011 Mar 3;43(3):617-22.

**Tucker, C. J., justice, C.O., prince, S.D. 1986** Monitoring the grasslands in the Sahel 1984-1985, International Journal of Remote Sensing, Vol. 7, p.1571-1581.

**Van Soest, P.J., Wine, R.H. 1967.** Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Off. Agric. Chem. 50: 50-55.

**Wilson, J.R., Taylor, A.O., Dolby, G.R. 1976.** Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. *New Zealand Journal of Agricultural Research.*, 19 (1): 41-46.

**Ximenes, M-C., Duhautois, L., Fouque, C., Broyer, J. 2005.** Application de la télédétection à l'étude des zones humides. Identification des prairies, des roselières, des peupleraies et des gravières.134p.



## Résumé

La steppe constitue un support socio-économique pour les populations pastorales où l'élevage extensif est la principale activité, l'exploitation des ressources naturelles des parcours constitue le principal support de cet élevage. Le suivi de la dynamique de la végétation de ces parcours à l'aide des images satellites a montré une dégradation intense sous l'effet climatique, entropiques et de l'extension du sable.

L'étude sur la valeur nutritive des espèces dominantes, nous a montré qu'il y a une variabilité entre les espèces pour les moyennes annuelles, allant de 0.77 à 0.65 UFL / kg de MS.

L'effet saison est significatif, elle est liée aux variations climatiques saisonnières.

L'automne et le printemps enregistrent les meilleures valeurs en MAT pour les trois espèces, par contre l'été enregistre les plus faibles valeurs, quant aux valeurs de CB, l'été enregistre des valeurs plus élevés pour les trois plantes pastorales étudiées.

L'étude a révélé que les parcours du sud de Tébessa pourraient combler une partie considérable des besoins des animaux, et donc, offrir un potentiel considérable en tant que fourrage pour les ruminants.

**Mots clés :** Composition chimique, Valeur nutritive, Parcours, Saisons, Tébessa

## Summary

The steppe is a socio-economic support for pastoralists where extensive farming is the main activity, exploitation of natural resources of course is the main carrier of that holding. The monitoring of vegetation dynamics of these pathways using satellite images showed an intense degradation under the climate effect, entropic and extension of sand.

The nutritional study of dominant species showed us that there is variability between species for annual averages ranging from 0.77 to 0.65 UFL / kg DM. The seasonal effect is significant, it is related to seasonal climatic variations.

Spring is the best records in the MAT values for the three species, were recorded against the lowest values, as to the CB values, was recorded higher values for the three pastoral plants.

The study revealed that Tebessa southern route could provide a substantial portion of the needs of animals, and therefore with considerable potential as a quality forage for ruminants.

**Key words :** Chemical composition, Nutritive value, Rangelands, Seasons, Tebessa

## ملخص

تعتبر منطقة السهوب الداعم الاجتماعي والاقتصادي للرعاة حيث الرعي الموسع هو النشاط الرئيسي، واستغلال الموارد الطبيعية بالطبع هو المصدر الرئيسي لتغذية قطعان الماشية. أظهر رصد لديناميكية الغطاء النباتي باستخدام صور الأقمار الصناعية لتدهور شديد تحت تأثير المناخ وزحف الرمال. وأظهرت لنا الدراسة الغذائية للأصناف السائدة أن هناك تفاوتاً بين الأنواع من حيث القيمة الغذائية بالرغم من التأثيرات الموسمية الكبيرة، لأنها مرتبطة بالتغيرات المناخية الموسمية. وسجلت النباتات الرعوية موضوع الدراسة قيمة مقبولة من المركبات الغذائية. وكشفت الدراسة أن المنطقة الجنوبية لتبسة يمكن أن توفر جزءاً كبيراً من احتياجات الحيوانات العلفية، مع جودة في الأنواع النباتية باعتبارها غذاء للحيوانات المجترّة.

**الكلمات المفتاحية :** تركيب كيميائي، قيمة غذائية، مراعي، فصول، تبسة