

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

-

UNIVERSITE ZIANE ACHOUR – DJELFA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

***MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MAGISTER
OPTION : AGRO - PASTORALISME ET DESERTIFICATION***

THEME :

CONTRIBUTION A LA DETERMINATION D'UN MODELE
D'EXPLOITATION DE L'ESPECE PASTORALE AUTOCHTONE *Salsola
vermiculata L.* PAR SIMULATION DE PACAGE

Présenté par :
YOUSFI MOHAMMED

Jury

Président : Dr. Choukri A., Pr. Recteur de l'Université de Djelfa.

Examineur : Dr. Dellal A.E.K, MA (A), Université de Tiaret.

Examineur : Dr. Dahia M., MA (B), Université de Djelfa.

Promoteur : Dr. Azouzi B., MC (A), Université de Djelfa.

Promotion-2009

Dédicaces

*A celle qui m'a inculqué le sens de la patience, qui a consacré toute sa vie pour me voir réussir et qui m'a accompagné par ses prières et ses pleurs
A ma très chère mère.*

A ma femme pour sa patience, sa présence dans les moments difficiles et son soutien infini.

A mes enfants Taki Eddine, Nour El Houda et Dhikra.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes remerciements au Dr Azzouzi Blel, MC (A) à l'Université « Ziane Achour » - Djelfa, pour avoir accepté d'encadrer ce modeste travail, ainsi que pour ses précieux conseils et orientations qui m'ont accompagné le long du cursus du Magistère et, notamment, lors de la réalisation de ce mémoire.

Honoré par leur présence dans le jury d'évaluation de ce travail, je remercie profondément MM :

- Le Professeur Choukri A., Recteur de l'Université « Ziane Achour » - Djelfa, qui a daigné présider ce jury en dépit de ses multiples charges et préoccupations ;
- Le Dr Dellal A.E.K, MA (A) à l'Université de Tiaret, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail en acceptant de l'examiner et de l'évaluer ;
- Le Dr Dehia M, MA (B) à l'Université « Ziane Achour » - Djelfa, pour son amabilité de juger et d'évaluer ce travail.

Ma profonde gratitude va, également, à mon très cher ami Boukheloua J., MA à l'Université « Cheikh Larbi Tebessi », pour tout l'effort qu'il a déployé et de la main forte qu'il m'avait prêté pour mener mon travail à terme, malgré ses préoccupations et son état de santé.

Je remercie, vivement, mon cher ami Rekkik F., MA à l'Université « Hadj Lakhder » - Batna, pour tout le soutien qu'il m'a apporté en mettant les moyens du Département de Zootechnie à ma disposition. Je n'oublierais pas d'adresser mes remerciements à tout son staff.

Mes remerciements sont adressés à tous mes collègues du HCDS pour leur soutien moral et matériel. Je ne peux citer tous leurs noms, mais qu'ils s'assurent de ma gratitude et ma reconnaissance.

Que toute personne ayant participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail trouve, ici, mes profondes expressions de reconnaissance.

RESUME

L'évaluation de la valeur fourragère ne permet pas, à elle seule, de prévoir le niveau de production, ni de prédire son comportement vis-à-vis de l'exploitation dans le future. La recherche des tendances de la production et l'établissement de modèles mathématiques régissant le comportement des parcours en réponse au pacage s'impose comme une voie de recherche pour pouvoir explorer les différentes alternatives permettant une exploitation rationnelle des ressources naturelles des parcours steppiques.

L'objectif assigné à cette étude est la recherche de modèles mathématiques déterminant le niveau de régénération de la phytomasse et de la matière sèche d'un parcours mis en défens et à base de *Salsola vermiculata* L. en réponse à trois degré de sévérité de coupe (sévère, modérée et légère) durant trois stades phénologiques différentes (début croissance, plein croissance et fin croissance) en fonction de la hauteur, la grande largeur et la petite largeur des plantes coupées.

L'étude a démontré que les taux de régénération sont soumis à l'effet de coupe et du stade phénologique. Par ailleurs, les taux de régénération de la phytomasse et de la matière sèche suivent des modèles d'équations mathématiques différentes en fonction du degré de sévérité de la coupe.

Le taux de régénération de la phytomasse (TR) suit un modèle d'équation mathématique quadratique pour les coupes sévères et modérées et un modèle hyperbolique pour les coupes légères. L'ensemble des coupes regroupées suivent un modèle linéaire.

Le taux de matière sèche régénérée (MSREG) peut être prédit selon un modèle logarithmique pour les coupes sévères et légères et quadratique pour la coupe modérée. Pour l'ensemble des coupes regroupées, le modèle est du type hyperbolique.

Mots clés :

Parcours, *Salsola vermiculata* L., Type de coupe, Stade phénologique, Taux de régénération de la phytomasse, Taux de matière sèche régénéré, Modèle mathématique.

Abstract

Assessing the fodder value of a rangeland can not help alone foreseeing or predicting its response in future exploitation. The search of the tendency of production along with the establishment of mathematical models governing the behaviour towards grazing, are essential to explore alternatives for a rational exploitation of natural resources of steppe Rangelands.

The main aim (purpose) of the present study is to investigate mathematical models which can be able to determine the level of the regeneration of phytomass and dry matter of a fenced rangeland of *Salsola Vermiculata L.* As treatments, three levels of defoliation (severe, moderate and light), were applied to plants during three growth phonological phases (i.e beginning, full, end) with respect to the measurement of the height, the biggest and the smallest width of plants.

This study shows that the rates of regeneration are highly influenced by defoliation level as well as the phonological stage. Elsewhere, the rates of regeneration of the phytomass and the dry matter are following mathematical models depending on the severity defoliation degree.

The phytomass regeneration can well be expressed by quadratic equations for heavy and moderate defoliation treatments while hyperbolic equations for light treatment. However, linear equations can be applied for the case of mixed treatments.

For the heavy and light treatments, the dry matter regeneration rate can be expressed with logarithmic equations whereas the quadratic form of equations is appropriate for moderate treatment. For mixed treatments the hyperbolic equations can be used.

Key words : Range, *Salsola vermiculata L.*, Defoliation, Phenological stage, Regeneration rate, Mathematical model.

a

.

a

,

a

()

(

(*Salsola vermiculata* L.)

)

.

.

a

.

.

.

.

Liste des Abréviations

D.C : Début croissance.

F : Fin croissance.

GL.C : Grande largeur de coupe.

G.L.R : Grande largeur de régénération.

H.C : Hauteur de coupe.

H.R : Hauteur de régénération.

M.S : Matière sèche.

M.S.P : Matière sèche prélevée.

M.S.R : Matière sèche régénérée.

P.C : Plein croissance.

P.I.C : Petite largeur de coupe.

P.I.R : Petite largeur de régénération.

U.F : Unité fourragère.

TR : Taux de régénération de la phytomasse.

Type C : Type de coupe.

STDPHEN : Stade phénologique.

Liste des figures

	Page
Figure n°1 : <i>Salsola vermiculata</i> L.	21
Figure n°2 : Fleurs de <i>Salsola vermiculata</i> L.	21
Figure n°3 : Graine de <i>Salsola vermiculata</i> L.	21
Figure n°4 : Facteurs influençant la durabilité du développement des parcours (Nefzaoui A. et El Mourid M., 2008).....	24
Figure n°5 : Modèle de simulation de pacage à long terme (Squires, 1998)....	43
Figure n°6 : Modèle d'aménagement des parcours (Al Hartani et Fogel, 1998)..	44
Figure n°7 : Carte de localisation de la zone d'étude.....	49
Figure n°8 : Courbe ombrothermique.....	53
Figure n°9 : Parcours du Darmoune.....	54
Figure n°10 : Dispositif expérimental.....	56
Figure n°11 : <i>Salsola vermiculata</i> L. – Début croissance.....	57
Figure n°12 : <i>Salsola vermiculata</i> L. – Plein croissance.....	57
Figure n°13 : <i>Salsola vermiculata</i> L. – Fin croissance.....	58
Figure n°14 : Coupe sévère.....	60
Figure n°15 : Coupe modérée.....	60
Figure n°16 : Coupe légère.....	61
Figure n°17 : Graphique de l'effet du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse.....	63
Figure n°18 : Courbe de l'effet du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse.....	64
Figure n°19 : Graphique de l'effet du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse.....	65
Figure n°20 : Courbe de l'effet du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse.....	66

Figure n°21 : Courbes de l'effet de l'interaction du type de coupe et du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse.....	67
Figure n°22 : Courbes de l'effet de l'interaction du stade phénologique et du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse.....	67
Figure n° 23 : Histogramme des quantités de matière sèche prélevée (MSP) et de matière sèche régénérée (MSR) par hectare.....	69
Figure n°24 : Graphique de l'effet du type de coupe sur le taux de matière sèche régénérée.....	70
Figure n°25 : Courbe de l'effet du type de coupe sur le taux de matière sèche régénérée.....	71
Figure n°26 : Graphique de l'effet du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.....	72
Figure n°27 : courbe de l'effet du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.....	73
Figure n°28 : Courbes de l'effet de l'interaction du type de coupe et du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.....	74
Figure n°29 : Courbes de l'effet de l'interaction du stade phénologique et du type de coupe sur le taux de matière sèche régénérée	74

Liste des tableaux

	Page
Tableau n°1 : Valeur fourragère de <i>Salsola vermiculata</i> L.	20
Tableau n°2 : Analyse comparative de la couverture végétale et de la phytomasse de parcours d'Alfa en steppe occidentale (Aidoud A. et Nedjraoui D., 1992).....	34
Tableau n°3 : Précipitations. Période 1990-2007.....	50
Tableau n°4 : Répartition saisonnière des précipitations.....	51
Tableau n°5 : Températures. Période 1990-2007.....	51
Tableau n°6 : Quelques facteurs climatiques.....	51
Tableau n°7 : E.T.P et bilan hydrique.....	52
Tableau n°8 : Analyse de la variance de l'effet du type de coupe et du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse.....	68
Tableau n°9 : Analyse de la variance de l'effet du type de coupe et du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.....	75
Tableau n°10 : Modèles d'équations mathématiques du taux de régénération de la phytomasse.....	76
Tableau n°11 : Modèles d'équations mathématiques du taux de régénération de la phytomasse (Salah S. Tag EL Din, 1994).....	77
Tableau n°12 : Modèles d'équations mathématiques du taux de matière sèche régénérée.....	77

Table des matières

Dédicaces.....	1
Remerciements	3
RESUME.....	4
Abstract	5
.....	6
Liste des Abréviations.....	7
Liste des figures	8
Liste des tableaux	10
Table des matières.....	11
Introduction	14
Chapitre I : <i>Salsola vermiculata</i> L.....	17
1-1- Botanique :.....	17
1-2- Aire de répartition :.....	18
1-3- Intérêt pastoral :	19
1-4- Valeur fourragère :.....	20
Chapitre II : Aménagement des parcours steppiques.....	22
2-1- Définition :	22
2-2- Principes de base de l'aménagement :	22
2-3- Techniques d'aménagement des parcours :.....	25
2-3-1- Le repos (mise en défens) :.....	25
2-3-2- Le sous – pacage :.....	26
2-3-3- Rotation et pacage déferé :.....	26
2-3-4- Réensemencement :	26
2-3-5- Plantation pastorale :	27
2-4- Conclusion :	28
Chapitre III : Exploitation et gestion des parcours.....	29
3-1- Le Pastoralisme :	29
3-2- Exploitation et gestion des parcours en Algérie :.....	30
3-2-1- Conditions climatiques :.....	30

3-2-2- Droit d'usage :.....	30
3-2-3- Formes institutionnelles :.....	32
3-3- Les formes d'exploitations des parcours steppiques :	32
3-4- Quelles conclusions peut-on en tirer ?	35
Chapitre IV : Modélisation des parcours	37
4-1- Pourquoi la modélisation ?	37
4-2- Définition :	38
4-3- Evolution de la modélisation des systèmes écologiques pastoraux:.....	39
4-4- Types des modèles utilisés dans l'étude des parcours :.....	40
4-4-1- Les modèles descriptifs :.....	40
4-4-2- Les modèles écologiques :.....	40
4-4-3- Les modèles prédictifs :.....	41
4-4-5- Utilisation des modèles prédictifs :	44
4-5- Conclusion :	47
Chapitre V : Description de la zone d'étude.....	49
5-1- Situation géographique et superficie :	50
5-2- Relief :.....	50
5-3- Sol :.....	50
5-4- Climat :	50
5-4-1- Précipitations :.....	50
5- 4-2- Températures :	51
5- 4-3- Autres facteurs climatiques :.....	51
5- 4-4- Evapotranspiration (E.T.P) et Bilan hydrique :.....	52
5- 4-5- Indices climatiques :.....	52
5-5- Couvert végétal :.....	53
Chapitre VI : Matériel et méthodes	54
6-1- Matériel végétal :	54
6-2- Dispositif expérimental :.....	55
6-3- Observations et analyses :	58
6-3-1- Mesure des dimensions des échantillons:	58

6-3-2- Dosage de l'eau et de la matière sèche :	61
6-3-3- Analyses statistiques :	62
Chapitre VII : Résultats et discussions.....	63
7-1- Taux de régénération de la phytomasse :	63
7-1-1- Effet du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse :	63
7-1-2- Effet du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse :	65
7-2- Matière sèche :	69
7-2-1 Effet du type de coupe sur le taux de régénération de la matière sèche :	70
7-2-2- Effet du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée :	72
7-3- Modèles d'équations mathématiques du taux de régénération de la phytomasse et du taux de matière sèche régénérée :	76
7-3-1- Taux de régénération de la phytomasse (TR) :	76
7-3-2- Taux de matière sèche régénérée (MSREG) :	77
Conclusion générale	79
Références bibliographiques.....	81
Annexes	85

Introduction

Les études effectuées montrent que les parcours steppiques algériens, sous l'influence des conditions écologiques qui y règnent, sont caractérisés par une dégradation de leurs ressources naturelles conduisant à une chute drastique de leur productivité fourragère marquée par une grande variabilité inter – saisonnière et inter – annuelle. Cette caractéristique importante est, d'autant plus, accentuée par une exploitation anarchique, intense, continue et ne répondant à aucune forme de schéma d'exploitation. La conséquence logique est une fragilisation de ces zones frôlant la menace de désertification sur d'immenses superficies.

Si les causes de la dégradation et la menace du danger de désertification qui en découle ont fait l'objet d'une large discussion entre spécialistes de différents horizons à travers un débat scientifique aussi riche que varié, il n'en reste pas moins que les aspects concernant le pouvoir et les mécanismes de régénération de ces parcours sont moins évoqués et, par voie de conséquences, moins connus que ceux liés aux valeurs pastorales ou autres processus de dégradation du système écologique steppiques.

Cette problématique, n'ayant pas fait l'objet d'études précises, reste un axe très important dans l'exploration de la dynamique des écosystèmes steppiques. L'évaluation des disponibilités fourragères à un moment précis dans des conditions précises ne renseigne en aucune manière sur le niveau de ces disponibilités dans le futur et dans des conditions similaires ou différentes à celles ayant sévi lors de l'évaluation.

Dans des pays reconnus par leur activité pastorale importante, à l'instar des Etats Unis, de l'Australie, de l'Afrique du Sud, de l'Argentine ou encore du Chili, des modèles mathématiques prévisionnels sur la production fourragères ont été développés afin de mieux maîtriser l'aménagement et l'exploitation des ressources fourragères de leurs parcours.

C'est dans cette optique que s'insère notre étude qui se veut une contribution dans la mise en place d'une approche scientifique permettant de comprendre la réponse des parcours steppiques naturels à l'effet de différents degrés de sévérité de pacage dans différents stades phénologiques en matière de régénération et de recouvrement de leur production.

L'étude effectuée sur l'espèce pastorale *Salsola vermiculata* L. a, donc, porté sur la simulation de pacage par trois niveaux de coupe correspondant à trois degrés de sévérité, en l'occurrence :

- coupe sévère où 75% de la plante sont prélevés ;
- coupe modérée portant sur un prélèvement de 50% de la plante ; et
- coupe légère couvrant un prélèvement de 25% de la plante.

Ces trois niveaux de prélèvement sont effectués simultanément durant les trois stades physiologiques début de croissance (avril 2008), plein croissance (juillet 2008) et fin de croissance (novembre 2008) de *Salsola vermiculata* L. formant l'espèce dominante du parcours Darmoune de la commune de Thlidjène (W. Tébessa).

Des mesures des hauteurs (HC), grandes largeurs (GLC) et petites largeurs (PIC) ont été effectuées pour chaque type de coupe et pour chaque stade phénologique et ont permis de quantifier les volumes des coupes et de la matière sèche y correspondant.

Lors du stade phénologique début croissance de la saison suivante (avril 2009), de nouvelles mesures, après régénération, des hauteurs (HR), grandes largeurs (GLR) et petites largeurs (PIR) ont permis de déduire une évaluation des volumes régénérés des plantes coupées ainsi que de la quantité de matière sèche y afférent. Des taux de régénération de la phytomasse (TR) et de la matière sèche (MSREG) sont, par la suite, établis pour servir dans la recherche des modèles mathématiques prévisionnels appropriés à chaque traitement.

Le choix du stade d'évaluation est basé sur l'hypothèse du retour du cheptel sur les parcours steppiques naturels durant la saison du printemps, pratique très répandue en steppe, notamment dans les parcours ouverts à une exploitation libre et n'obéissant à aucune forme de réglementation dans sa gestion.

L'objectif est, donc, de vérifier les limites de la capacité d'un parcours steppique naturel à recouvrir son potentiel productif fourrager après avoir subi des exploitations de différents degrés de sévérité à des stades phénologiques différents et de voir, à travers les traitements statistiques, quel modèle mathématique peut-il expliquer l'influence des facteurs mesurés HC, GLC, PIC, HR, GLR, PIR sur les taux de régénération de la phytomasse (TR) et de la matière sèche (MSREG) ce qui permettrait de prévoir leur quantification, dans des conditions similaires, sans faire appel à de nouvelles coupes et analyses au laboratoire.

Le parcours en question est mis en défens durant deux années avant la réalisation de l'expérimentation et couvre une superficie de 900 ha. Son choix pour y réaliser cette étude relève de l'importance de sa position très proche de la

zone présaharienne d'une part, et de son rôle central dans l'élevage ovin dans cette zone, d'autre part.

L'étude est axée sur deux parties. La première concerne une revue bibliographique et couvre les chapitres ayant trait à l'espèce *Salsola vermiculata* L., aménagement des parcours steppiques, exploitation et gestion des parcours et enfin modélisation des parcours. La deuxième relative à la partie expérimentale et regroupant les chapitres concernant la description de la zone d'étude, le matériel et méthodes de l'étude, les résultats et interprétations et enfin la conclusion générale.

Chapitre I: *Salsola vermiculata* L.

1-1- Botanique :

L'espèce *Salsola vermiculata* L. appartient à la famille des *Chénopodiacées* qui regroupent plus de cent genres (*Atriplex*, *Salsola*, *Chenopodium*, *Halocnemum*, *Arthrocnemum*, *Salicornia*, *Arthrophytum*, *Anabasis*, *Noaea*...) et un millier d'espèces. Ce sont, essentiellement, des plantes vivant sur les terrains salés, surtout, dans les régions à climat arides ou semi-arides.

En général, elles sont décrites (Ozenda, 1991) comme étant des plantes buissonnantes, rarement des herbes (Ex : *Chenopodium*, *Bassia*). Quelques genres ont des feuilles à limbe plat et bien développé (*Atriplex*), mais très souvent les feuilles se réduisent à une gaine entourant la tige et terminée par un limbe réduit à une pointe coriace, les rameaux présentent, alors, un aspect articulé (*Salsola*).

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

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

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

Le genre *Salsola* L. comprend près de 130 espèces dont l'origine se situe dans la zone méditerranéenne, les régions arides et côtières de l'Eurasie et le Nord, Sud et Est de l'Afrique. De nos jours un grand nombre d'espèces ligneuses du genre *Salsola* est répartie à travers le monde. Les espèces les plus fréquentes en Afrique du nord sont : *Salsola vermiculata* L., *Salsola tetragona* Del., *Salsola gemmascens*, *Salsola tatrandra* L., *Salsola sieberi* Presl., *Salsola Kali* L., *Salsola soda* L., *Salsola longifolia* forsk., *Salsola paletziana* Litv., *Salsola foetida* Del.

Ce genre est caractérisé par des fleurs hermaphrodites ou polygames à deux bractées (fig.n°2). Le périanthe à cinq pétales devenant accrescents autour du fruit et muni d'une aile transversale (l'ensemble simule, souvent, une corolle

brillante), 4 à 5 étamines saillantes à la floraison. Le fruit (fig. n°3) est une graine horizontale sub-globuleuse. (Quezel et Santa, 1962-1963).

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

1-2- Aire de répartition :

Comme le reste des halophytes, l'espèce *Salsola vermiculata* L. fait partie du cortège floristique naturel des zones salées des régions arides et semi – arides à climat méditerranéen (Le Houérou, 1980). Elle fait partie des groupements hyperhalophyles pouvant tolérer une teneur en chlore allant jusqu'à 50g par Kg de terre sèche (Lapeyroni, 1982).

Sur le plan climatique, les zones à *Salsola* se caractérisent par une saison estivale sèche et humide et une saison hivernale humide et fraîche. Le régime des pluies est irrégulier dans le temps (inter - saisons et inter – années) ; la période sèche dure de 06 à 08 mois et la pluviosité varie d'une région à une autre de 100mm à 400 mm. Le régime thermique varie entre 3°C - 6°C pour le mois le plus froid et 24°C - 40°C pour le mois le plus chaud (Pouget, 1980).

Sur le plan édaphique, les études de Killian (1965) dans la région Terchoucha (près de Taâdmit) citée par Miette (1968), montrent que :

- sur un sol très limoneux (36 à 41%), d'un pH légèrement alcalin (8,1 à 8,4) et pauvre en chlorure et en sulfate (0,92%), la *Salsola vermiculata*, se trouve en association avec l'espèce *Artemisia herba alba* ;
- passant sur un sol à plus grande teneur en sulfate (2,4%), l'espèce *Artemisia herba alba*, s'efface progressivement au profit d'une prédominance de l'espèce *Salsola vermiculata* allant jusqu'à 100% dans certain parcours ;
- alors que dans un sol riche en argile avec un pH de 7,6 la *Salsola vermiculata* se trouve en association avec l'espèce *Atriplex halimus*.

En Syrie, elle domine dans les sols des bas fonds argileux et calcique non salés. (Nabih Murad, 1996).

Au Maroc, Elle est très répandue dans les bas fonds, les oueds et les zones d'épandage (Fagouri M., Elasraoui M. et ELhelafi H., 1996).

1-3- Intérêt pastoral :

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

- a- Une résistance élevée à la sécheresse grâce à leur puissant enracinement ;
- b- Les racines et les parties aériennes contribuent à la conservation du sol ;
- c- Aptitude à utiliser les nappes phréatiques plus ou moins profondes ;
- d- Utilisation des sols marginaux (dunes, sols à forte pente...etc.) ;
- e- Très grandes productivité ;
- f- Mise en culture relativement facile avec des taux de réussite élevés ;
- g- Lutte contre l'érosion et la désertification ;
- h- Possibilité d'usages multiples (fourrage, combustible, ombrage....).

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

Pour Le Houérou (1980), Il s'agit d'une espèce palatable à hautement palatable dont les organes consommés sont les feuilles et les rameaux et est consommée par les ovins, caprins et camelins. Sa palatibilité est nettement supérieure à celle de *Salsola gemmascens*, *Salsola sieberi* (palatables), *Salsola tetragona* et *Salsola tetrandra* (médiocrement palatable).

Salah S. Tag El Din (1994), considère l'espèce *Salsola vermiculata* parmi les arbustes fourragers autochtones les plus importantes dans les régions arides de l'Arabie Saoudite ayant une haute valeur de palatibilité.

C'est l'une des plus importants arbustes fourragers en termes de régénération de la Steppe en Syrie en raison de sa tolérance à la sécheresse et à la salinité. Elle est d'une grande valeur pastorale à travers les saisons et est utilisée par les ovins et les camelins. Elle s'auto - régénère quand la pluviométrie atteint 200mm/an. (Nabih Murad, 1996).

« La dominance de cette espèce est un indicateur d'un bon parcours. *Salsola vermiculata* L. est un fourrage de très bonne qualité et très appétible et très riche en protéine. » (Fagouri M., Elasraoui M. et ELhelafi H., 1996).

Dans son étude sur le rôle des plantes pastorales indicatrices dans la zone de Matrouh (Nord Ouest de l'Egypte), Heneidy S.Z. (2002) décrit l'espèce *Salsola vermiculata* L. comme une espèce palatable, à haute valeur pastorale et est utilisée par les ovins, les caprins et les camelins. Les parties utilisées sont les feuilles et les jeunes rameaux.

L'étude effectuée en 1996 dans la zone d'El Outaya (W. Biskra), appartenant à l'étage bioclimatique aride, par Bouhrik A.G., révèle que l'espèce *Salsola vermiculata* L. peut produire jusqu'à 400 kg de matière sèche par hectare et par an avec une valeur pastorale de 152 UF/ha/an.

1-4- Valeur fourragère :

Pour Merad S. (2005), la valeur fourragère de *Salsola vermiculata* L. est de 0,50 UF pour un prélèvement de la saison printanière dans la région de Thlidjène (W. Tébessa), alors que sa valeur azotée exprimée en MAD est de 147 g/kg MS.

Les résultats de Bouhrik A.G. (1996) montrent que la valeur fourragère, exprimée en UF, UFV et UFL, de *Salsola vermiculata* L. varie en fonction de la saison. Alors qu'elle atteint ses valeurs minimales au mois de mars (respectivement 0,26 - 0,21 et 0,24), elle enregistre ses valeurs maximales au mois de décembre (respectivement 0,39 – 0,50 et 0,56). La valeur azotée exprimée en MAD suit une courbe inverse et atteint son maximum au mois d'avril : 203 g/kg MS.

Ces résultats montrent que la valeur fourragère d'une espèce ne peut être considérée que pour la période où elle a été réalisée. Pour Aidoud (1989), C'est le stade phénologique qui importe dans la détermination de cette valeur et non pas la date de mesure.

Dans la littérature, différentes valeurs fourragères sont attribuées à *Salsola vermiculata* L. Le Houérou (1980) cite des exemples de différentes valeurs fourragères déterminées par différents auteurs dans des mois et des années différents :

Auteur	Mois	Année	Valeur en UF
S.C.E.T	Janvier	1968	0,77
Rodin et al.	Juin	1968	0,75
	Novembre	1968	0,42
Papanastasis et Liacos	Novembre	1980	0,78

Tableau n°1 : Valeur fourragère de *Salsola vermiculata* L.

Cette variation de la valeur fourragère est caractéristique des plantes steppiques en fonction du stade phénologique. A titre d'exemple, des travaux cités par Aidoud (1989) sur le cas de l'espèce *Artemisia herba alba* dont la valeur fourragère varie entre 0,25 UF chez les très jeunes pousses et 0,85 UF chez des pousses âgées d'une année et presque lignifiées.



Fig. n°1 : *Salsola vermiculata* L.



Fig. n°2 : Fleurs



Fig. n°3 : Graine

Chapitre II : Aménagement des parcours steppiques

2-1- Définition :

« L'aménagement des pâturages est le processus par lequel le pacage et le broutage sont manipulés de sorte à accomplir des résultats désirés » (Society for Range Management, 1989 cité in Heitschmidt R.K. and Walker J.W, 1996).

Les résultats désirés varient d'une simple production (lait, viande) à une gamme variée de productions associées comme l'élevage avec la protection de la vie de la faune sauvage et les espaces de récréation et de tourisme. Mais à court et moyen termes les résultats désirés sont liés à l'utilisation durable des ressources pastorales (Heitschmidt R.K. et Walker J.W, 1996).

Dans cette optique Nefzaoui A. et EL Mourid M. (2008) assignent à l'aménagement l'objectif d'atteindre l'équivalence la plus possible entre les besoins alimentaires saisonniers du cheptel et la production pastorale du parcours. Cette fin est tributaire de la complémentarité réalisée entre l'intervention sur le cheptel et l'intervention sur le parcours.

Ainsi, la durabilité est la condition qui oriente les choix en matière d'aménagement pour atteindre l'équilibre entre le prélèvement et la régénération des ressources pastorales. Toutefois, la durabilité est un concept qui reste mitigé selon la vision des uns et des autres en fonction de l'objectif visé. Néanmoins, il existe un consensus sur l'adoption de la définition émise par la FAO en 1991 et qui stipule que la durabilité est « l'aménagement et la conservation des ressources de base et l'orientation des changements technologiques et institutionnelles de manière à assurer la réalisation et la continuation de la satisfaction des besoins humains pour les générations présentes et futures. Ce développement durable est écologiquement non dégradé, techniquement approprié, économiquement viable et socialement acceptable ».

2-2- Principes de base de l'aménagement :

Nefzaoui A. et EL Mourid M. (2008) en étudiant les conditions d'amélioration et d'aménagement des parcours dans la région du Nord de l'Afrique et de l'Ouest de l'Asie, énoncent deux principes fondamentaux qui gouvernent l'aménagement des parcours steppiques :

- Intervention sur les facteurs affectant le mode d'utilisation des parcours par le cheptel (capacité de charge, période de pacage, système d'organisation du pacage, clôture, points d'eau) ;

- Intervention sur les facteurs affectant, directement, l'aménagement de la biomasse (réensemencement, plantation, fertilisation, repos).

Ces deux types d'intervention nécessitent la compréhension des interactions existant entre les ressources pastorales et les animaux utilisateurs appelées, également, interface animal-plante.

Pour Nefzaoui A. et EL Mourid M. (2008), la fréquence et l'intensité (degré de sévérité) du pacage ne doivent pas être élevées et doivent se passer au stade physiologique correct.

Cette approche est voisine de celle de Heitschmidt R.K. et Walker J.W (1996), qui consiste à contrôler la pression du pacage (défini comme étant le ratio entre la demande et la disponibilité pour tout type de fourrage et en tout moment), et qui forme le facteur principal dans le processus de pacage.

La durabilité, telle que définie ci-haut, étant multi – dimensionnelle, le pacage qui représente l'élément central de l'aménagement de parcours, doit être considéré sous ses aspects, écologique, et socio - économique.

Par écologique, il faut entendre que le pacage est un processus qui relie entre les producteurs primaires (plantes pastoraux) aux consommateurs primaires (les animaux herbivores) et l'influence des facteurs environnementaux sur cette relation (surtout les facteurs abiotiques comme les conditions climatiques et édaphiques du parcours). Alors que l'aspect socio-économique découle du fait que le pacage est une activité humaine engendrant des effets économiques et ce en lien direct avec des formes d'organisation et de stratégie sociales propres à chaque région (y compris toutes les implications juridiques et institutionnelles).

Sans cette vision multi – disciplinaire, l'aménagement ne peut assurer la durabilité indispensable aux écosystèmes des parcours car l'intervention ne concerne pas seulement la biomasse, mais doit aussi couvrir l'utilisation de cette biomasse par les animaux, sa durée, sa fréquence et son intensité.

Toute intervention d'aménagement sur les parcours doit partir d'une évaluation la plus proche possible de la réalité, ce qui permettrait la décortication de la problématique que pose le choix du type d'aménagement à adopter pour mieux tirer profit d'un parcours sans altérer son potentiel d'assurer une production à court, moyen et long terme et, par conséquent, sa durabilité. Ceci est d'autant plus vrai, si on prend en considération le haut degré d'incertitude qui caractérise ces milieux écologiques très fragile.

Selon Nefzaoui A. et EL Mourid M. (2008) agir sur les éléments concernant l'adéquation entre l'offre et la disponibilité fourragère, l'interaction animal-plante et

la gestion et l'organisation du pacage repose sur un ensemble de notions qui déterminent l'interdépendance entre ces différents éléments. Il s'agit des aspects suivants :

- Les effets du pacage qui incluent la durée du pacage, la période de pacage en relation avec les stades physiologiques de plantes, le nombre de méristèmes laissés après le pacage et les conditions climatiques durant la régénération ;
- Les conséquences pratiques du pacage, notamment, la fréquence et le degré de pacage ;
- Les effets du comportement des animaux qui regroupent le rythme des activités (pacage, repos, rumination), comportement territorial, comportement alimentaire et la différence de comportement entre les espèces ovins, caprins et autres bovins et camelins ;
- La mobilité des animaux comprenant la recherche de l'eau, le piétinement.

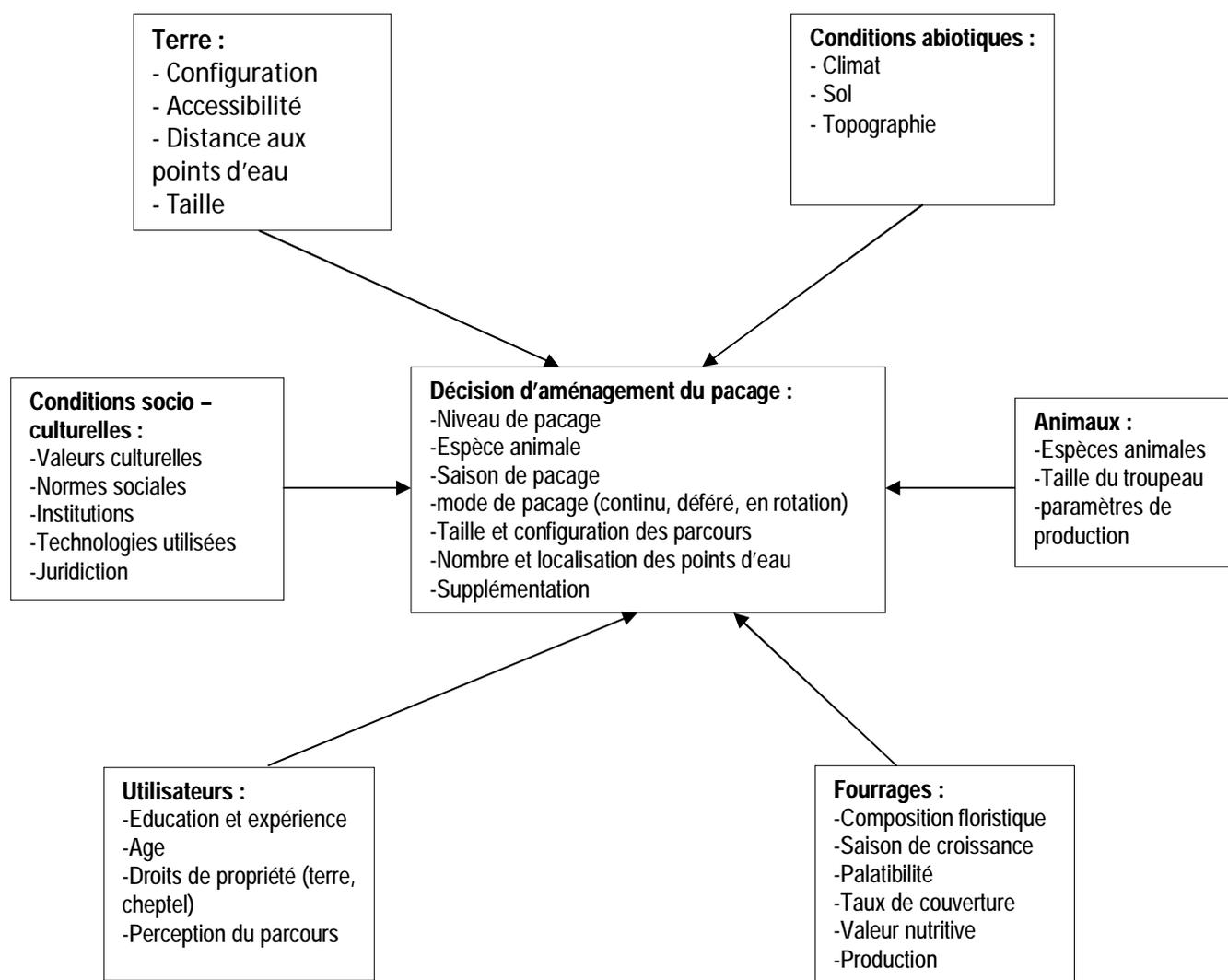


Fig. n°4 : Facteurs influençant la durabilité du développement des parcours (Nefzaoui A. et EL Mourid M., 2008)

2-3- Techniques d'aménagement des parcours :

L'aménagement de parcours regroupe un ensemble de techniques qui varient en fonction de :

- L'état du parcours qui peut être qualifié, en fonction de son offre fourragère, en excellent, bon, moyen ou dégradé ;
- L'objectif de l'utilisateur quant à la préservation de l'équilibre entre le prélèvement et l'offre du parcours ;
- L'adaptation aux conditions climatiques prévalant dans la région des parcours en question.

Les techniques les plus utilisées dans l'aménagement des parcours steppiques sont les suivants :

2-3-1- Le repos (mise en défens) :

L'objectif de cette technique est de donner le temps nécessaire à la végétation pour se régénérer naturellement sur une période assez suffisante permettant au parcours de récupérer son potentiel productif qui répond aux besoins du cheptel.

Cette technique se pratiquait anciennement par le mouvement de transhumance qu'effectuaient les éleveurs dans le temps et dans l'espace. Actuellement, elle est plus connue sous la notion de mise en défens et se limite aux parcours aménagés dans le cadre de l'investissement public.

La durée de repos ou de mise en défens varie en fonction de l'état de dégradation des parcours.

L'avantage principal de cette technique est sa facilité de mise en place et le niveau bas d'investissement qu'elle exige pour son établissement.

Selon nombre d'auteurs (Benrebiha A., 1984 ; Nefzaoui A. et EL Mourid M., 2008) si cette technique n'est pas bien maîtrisée, elle risque d'engendrer des inconvénients majeurs parmi lesquels on peut noter :

- Inefficace si le nombre d'animaux n'est pas contrôlé ;
- N'est pas recommandée pour les parcours dégradés ;
- Augmente la pression sur les autres parcours par élimination de la surface mise en défens ;
- Dégradation qualitative des espèces pastorales par lignification et perte de la production des annuelles si la durée est longue (3 à 5 années).

Dans son étude sur l'aménagement pastoral dans la région d'Ain Ouessara, Benrebiha A. (1984), préconise une durée de 4 mois et demi pour la mise en défens des parcours à armoise (*Artemisia herba alba*). Pour Nefzaoui A. et EL Mourid M. (2008), la durée de mise en défens des parcours dans les régions steppiques varie entre 2 et 3 années.

Cette différence dans la durée relève des conditions d'expérimentation et des espèces étudiées.

Il faut, toutefois, noter qu'il y'a consensus entre les auteurs sur la nécessité de commencer la mise en défens lors d'une saison pluvieuse pour permettre à la végétation de régénérer dans des conditions favorables.

2-3-2- Le sous – pacage :

Cette technique vise à utiliser un effectif de cheptel inférieur à la capacité de pacage pour maintenir le niveau de production supérieur au niveau d'équilibre.

L'avantage du sous pacage est d'éviter le gaspillage des ressources alimentaires. Cependant, il présente l'inconvénient de mise en place, relativement à la mise en défens, surtout dans les parcours collectifs, puisqu'il nécessite un contrôle rigoureux du cheptel.

2-3-3- Rotation et pacage déferé :

L'objectif recherché est d'admettre un nombre élevé du cheptel sur une courte durée pour permettre aux bonnes espèces pastorales d'accomplir leur cycle biologique entre deux périodes successives de pacages dans un parcours partagé en sous unités, le plus généralement, clôturées. Ceci permettra la régénération du pâturage et évite la sélectivité aux espèces moins palatables.

Cette technique forme un outil très performant dans l'aménagement des parcours, mais reste difficile à réaliser par nécessité du contrôle absolu de l'effectif du cheptel et du coût d'investissement qu'elle exige pour sa mise en place.

Elle est répandue dans les pays développés comme l'Australie et les USA et est désignée par « paddock », « cell grazing » et « short grazing duration ».

2-3-4- Réensemencement :

Ce type de technique est recommandé pour les parcours moyennement dégradés à dégradés avec des sols assez profonds et un taux suffisant

d'humidité. Elle doit être effectuée lors d'une saison pluviale avec des semences récoltées dans la zone à aménager.

Les contraintes à cette technique résident dans la difficulté d'obtenir des semences appropriées et en quantité suffisante, ainsi que dans le manque de maîtrise technique et économique de son application sur des grandes superficies où elle doit être effectuée par voie aérienne.

2-3-5- Plantation pastorale :

Cette option est envisagée dans le cas des parcours ayant atteint un seuil de dégradation avancée. La plantation permet de récupérer le potentiel productif d'un parcours par l'induction d'un processus de remontée biologique artificiel à base d'espèces palatables ayant, généralement, une valeur fourragère élevée. Ces espèces peuvent être autochtones ou introduites (exotiques)

Nefzaoui A. et EL Mourid M. (2008) énumèrent les avantages suivants à la plantation pastorale :

- Certains arbres et arbustes fourragers sont hautement résistants à la sécheresse ;
- Les réserves fourragères sont utilisés en périodes de disettes et de sécheresse ;
- Une productivité élevée ;
- Aptitude d'être utilisé hors saisons pluviales ;
- Aptitude à valoriser la nappe phréatique ;
- Aptitude à valoriser les sols marginaux (sols sableux, sols salés, sols en pente) ;
- Aide dans la conservation des eaux et sols et le contrôle de la désertification ;
- Aide à protéger la faune et la flore ;
- Intégration possible dans le système agro-pastoral.

Pour les mêmes auteurs, les inconvénients de la plantation pastorale sont :

- Besoin de contrôler les troupeaux ;

- Besoin de technicité ;
- Pour des contraintes de gestion, seule une espèce peut être installée ;
- Besoin de techniques de multiplication et pépinières.

On peut y rajouter, le coût d'investissement assez élevé comparativement aux autres techniques.

En Algérie, les deux techniques d'aménagement les plus utilisés sont la mise en défens et la plantation pastorale qui ont été associées à des techniques de C.E.S (conservation des eaux et sols : bourrelets steppiques, tabias, CTM, fossés de colature) et de mobilisation des ressources hydriques souterraines (forage et puits) et superficielles (djoubs, mares, ced de dérivation) dans le but d'améliorer les conditions de séjour du cheptel dans le parcours.

L'évaluation de l'impact de ces aménagements n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études sauf quelques cas d'estimation de la valeur fourragère. Mais il y'a lieu de signaler les travaux entrepris par Benrebiha A. (1984) et qui ont aboutit aux conclusions de diminution de la durée de mise en défens et de l'inefficience des bourrelets steppiques pour le cas des parcours à armoise dans la région d'Ain Ouessara.

2-4- Conclusion :

L'aménagement des parcours ne doit pas être perçu dans un contexte d'éléments séparés mais, plutôt, dans une synergie de facteurs écologiques et socio-économique imbriqués en vue de réaliser une durabilité dans l'utilisation des ressources pastorales. Le choix des techniques et des options d'aménagement obéit à des considérations complexes qui ne peuvent se dissocier qu'à l'échelle théorique pour des raisons, purement, didactiques.

Chapitre III : Exploitation et gestion des parcours

3-1- Le Pastoralisme :

Le pastoralisme est l'activité socio – économique caractérisant l'exploitation des parcours naturels. Il peut être défini comme étant « un système complexe de subsistance socio-économique visant le maintien d'un équilibre optimum entre le pâturage, le cheptel et la population dans des environnements incertain et variable » (Michel Nori et al, 2008).

Cette forme d'exploitation des parcours, basée sur l'élevage ovin en extensif, est, étroitement, liée au mode de vie des éleveurs qui se caractérisait par :

- Ø Le nomadisme qui concernait le déplacement de l'ensemble de la famille avec son troupeau ;
- Ø La transhumance qui concernait le déplacement du berger avec son troupeau.

Cette adaptation sociale aux conditions des milieux arides et semi-arides permettait de maintenir un certain équilibre dans l'utilisation des ressources pastorales (Nedjraoui D., 2003).

Certains auteurs décrivent cette mobilité comme une stratégie de subsistance en réponse aux conditions aléatoires de leurs environnements :

« La nature très variable et imprévisible de ces environnements a conduit aux mêmes stratégies de subsistance pratiquées par des communautés pastorales différentes dans des environnements très différents allant des zones arides de l'Afrique aux plateaux froids de l'Asie centrale et jusqu'aux steppes glaciales du nord de l'Europe et du Canada » (Michel Nori et al, 2008).

Depuis quelques décennies, le mode de vie des communautés pastorales observe des mutations profondes par une tendance vers la sédentarisation engendrée par des facteurs en relation avec l'orientation des politiques agricoles. Aujourd'hui la société pastorale connaît d'importantes transformations socio-économiques conduisant à une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que de façon sporadique.

En Algérie, KHALDOUN (1995) note que les déplacements de grande amplitude ne concernent que 5 pourcent de la population steppique. La population anciennement nomade ne s'est pas, totalement, sédentarisée, mais elle est devenue semi-sédentaire. Les déplacements sont plus restreints (10 à 50

km). Le système de production a subi une modification en associant culture céréalière et l'élevage.

3-2- Exploitation et gestion des parcours en Algérie :

L'exploitation et la gestion des parcours steppiques naturels en Algérie dépendent d'un nombre de facteurs liés aux :

- conditions naturelles, notamment, climatiques qui déterminent, en grande partie, la disponibilité fourragère ;
- aspects réglementaires ou droit d'usage de la ressource naturelle ; et
- formes institutionnelles (organisationnelles).

3-2-1- Conditions climatiques :

Les conditions climatiques de la steppe ont fait l'objet de beaucoup de travaux et ce depuis le siècle dernier. Il faut se référer, entre autres, aux remarquables travaux de SELTZER (1946), DUBIEF (1950-1963), EMBERGER (1955-1960) et LE HOUEROU, CLAUDIN, POUGET (1977).

D'une manière générale, le climat de la steppe, qui appartient au climat méditerranéen semi-aride à aride, peut être caractérisé par :

- la dominance de deux principales saisons, la première froide et humide allant du mois d'octobre jusqu'à mars et la deuxième chaude et sèche et dure du mois d'avril jusqu'au mois de septembre ;
- un régime pluvial irrégulier dans le temps et dans l'espace. La pluviosité varie entre 100 mm/an et 400 mm/an avec deux gradients pluviométriques différents. L'un décroissant Nord-Sud et l'autre ouest-Est ;
- un régime thermique du type continental avec une amplitude thermique annuelle, généralement, supérieur à 20°C. Les minima du mois le plus froid de l'année se situe entre -2°C et +4°C, alors que les maxima du mois le plus chaud varient entre 24°C et 40°C.

Ces caractéristiques ont une grande influence sur le comportement des communautés végétales et déterminent, en grande partie, les choix d'activités à l'échelle socio-économique en rythmant la périodicité et la portée de chaque type d'activité.

3-2-2- Droit d'usage :

Le droit d'usage et la forme institutionnelle ont connu des changements en fonction des mutations observées par la société pastorale dans le temps.

Redjel N. (1998) décrit les mutations successives ayant affecté l'aspect de droit d'usage en plusieurs phases qui peuvent être synthétisées comme suit :

- Avant l'arrivée des Ottomans en Algérie, le droit d'usage des parcours était collectif et géré par la tribu. Chaque membre avait son propre territoire délimité par la tribu, mais la plupart du temps les limites sont fictives et évoluent en fonction des besoins de celle-ci.
- Avec l'établissement des Ottomans dans le pays ce droit d'usage a vu l'institution des terres du Makhzen destinées pour les tribus alliées de l'empire et l'exclusion de celles considérées rebelles ainsi que l'imposition des taxes sur l'usage des ressources. Cette phase représente le début de la dislocation du droit d'usage tribal coutumier.
- Durant la période coloniale et après promulgation de la loi de 1863 connue sous le nom de Senatus consulte, les terres sont classées en trois catégories : Melk (propriété individuelle), Arch (parcours collectifs ou tribal) dont la propriété revenait à l'Etat mais le droit d'usage relevait des tribus sans restriction et les parcours du régime Domanial et communal qui appartenaient à l'Etat ou à la Commune avec un accès ouvert et une utilisation collective. Ces trois formes sont définitivement officialisées par la loi Warnier de 1873.
- Après l'indépendance, plusieurs formes de droit d'usage ont été adoptées en conformité avec l'orientation et du cadre général de la politique suivi pour chaque période. Ainsi naquirent les A.D.E.P. (Association du Développement de l'élevage Pastoral) en 1968, puis vinrent les Z.D.I.P (Zone de Développement Intégré Pastoral) en 1972. La promulgation du Code Pastoral en 1975 (ordonnance n°75-43) mit en place les C.E.P.R.A (Coopérative d'Élevage Pastoral de la Révolution Agraire) qui ont été dissoute après 1984. Toutes ces formes d'usage transgressaient le droit d'usage tribal coutumier.

La loi 87-19 établit la mise en place des E.A.C (Exploitation Agricole Collective) et E.A.I (Exploitation Agricole Individuelle) et la loi 90-25 abrogea l'ordonnance n° 71-73 portant Révolution Agraire sans mettre en place une réglementation sur le droit d'usage des parcours. A noter que le H.C.D.S (Haut Commissariat au Développement de la Steppe) estimait en 1991 que seulement 10% des parcours relèvent de la propriété privée et 90% appartiennent au Domaine de l'Etat.

Ce n'est qu'en 1997 que la loi des finances institua la redevance sur le pacage en parcours collectifs aménagés et fixa deux périodes pour leur

accès : la période printanière du mois d'avril au mois de juin et la période automnale couvrant les mois de novembre et décembre.

3-2-3- Formes institutionnelles :

Durant la période coloniale, les S.I.P (Société Indigène de Prévoyance) furent créées au début des années 1900 puis remplacées par les S.A.P (Société Agricole de Prévoyance) et vers les années 1945 ont été mises en place les S.A.R (Société d'Aménagement Rural).

Après l'indépendance se sont les S.A.P qui continuèrent leur rôle jusqu'en 1973 qui vit la mise en place des C.A.P.C.S pour répondre aux besoins en inputs et en services. En 1981, une nouvelle structure le H.C.D.S (Haut Commissariat au Développement de la Steppe) vient pour accomplir la mission de planification et exécution des programmes en relation avec le développement des parcours et du pastoralisme en steppe.

3-3- Les formes d'exploitations des parcours steppiques :

Anciennement, l'exploitation des parcours steppiques était basée, principalement, sur la transhumance rythmée par deux déplacements essentiels des troupeaux :

- l'un vers le sud sur les piémonts de l'Atlas Saharien lors de la période hivernale connu sous le nom de «Azzaba » ; et
- l'autre vers le nord lors de la période estivale, appelé « Achaba ».

La transhumance vers le sud (Azzaba) permettait l'utilisation des espèces végétales, apparaissant en faveur des pluies automnales sur les parcours présahariens, comme source fourragère pour subvenir aux besoins alimentaires du cheptel lors de la période creuse dans les parcours steppiques. Ce déplacement permettait, également, d'éviter aux animaux l'effet néfaste du froid rigoureux durant cette période de l'année.

La transhumance vers le nord (Achaba) dans les hautes plaines, consistait à valoriser les chaumes et les pailles des terres céréalières par le cheptel.

Cette pratique séculaire réalisait une gestion rationnelle dans le temps et dans l'espace des parcours steppiques qui n'étaient utilisés que pendant le 1/3 de l'année, notamment, en période printanière où l'abondance des annuelles compensait les faibles valeurs fourragères des espèces pérennes.

« Cette combinaison intelligente induisait une optimisation dans l'utilisation des ressources ... ce qui permettait la régénération des espèces » (Nedjraoui D., 2003).

Sous l'influence de plusieurs facteurs, la pratique de la transhumance qui s'est vue en régression depuis le début de la colonisation s'est accélérée depuis les années 1970 en faveur d'une sédentarisation accrue des éleveurs (Khaldoun A., 2000).

Le défrichement des terres des parcours, le surpâturage, les aléas climatiques et la pression démographiques sont autant de facteurs ayant accompagné la régression de la transhumance conduisant à une nouvelle situation caractérisée par une forte pression sur l'utilisation des parcours steppiques naturels induisant une dégradation drastique des ressources fourragères.

Des études universitaires font état d'une forte diminution de l'offre fourragère des parcours steppiques passant d'une moyenne de 120 – 150 U.F/ha/an à 30 U.F/ha/an sur les parcours dégradés et 60 – 100 U.F/ha/an sur les parcours palatables (Nedjraoui D., 2003).

Selon le HCDS (2001) réservoir fourrager naturel a diminué de 75 % de son potentiel, par rapport à l'année 1978, son espace a connu une réduction de 25 %, par rapport à l'année 1972.

Dans l'étude d'aménagement de 60 unités pastorales élaborée par le Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (B.N.E.D.E.R) pour le compte du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (H.C.D.S) en 1994, année sèche, il ressort des évaluations des parcours par faciès au printemps, pour les wilayate de Tébessa, Khenchela et O.E.Bouaghi, ce qui suit :

- La production moyenne du faciès à *Stippa tenacissima* et *Artemisia herba alba* est de 105,02 U.F soit une charge animale de 01 ovin pour 3,80 hectares ;
- La production moyenne du faciès à *Stippa tenacissima* et *Rosmarinus officinalis* est de 89,15 U.F soit une charge de 01 ovin pour 4.48 hectares ;
- La production moyenne du faciès à *Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis* est de 60,47 U.F soit une charge de 01 ovin pour 6,61 hectares ;
- La production moyenne du faciès à *Artemisia herba alba* et *Anabasis articulata* est de 30.95 U.F soit une charge de 01 ovin pour 12,92 hectares ;
- La production moyenne du faciès à *Artemisia herba alba* et *Salsola vermiculata* est de 63,33 U.F soit une charge de 01 ovin pour 6,31 hectares ;
- La production moyenne du faciès à *Arthrophytum scoparium* et *Salsola vermiculata* est de 16 U.F soit une charge de 01 ovin pour 25 hectares ;

- La production moyenne du faciès à *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata* est de 68,13 U.F soit une charge de 01 ovin pour 5,8 hectares ;
- La production moyenne du faciès à *Halocnemum strobilaceum* et *Suaeda mollis* (faciès à dominance d'halophytes) est de 12,46 U.F soit une charge de 01 ovin pour 32,10 hectares.

Les résultats de l'évaluation de la production fourragère présentés ci-dessus sont susceptibles de diminuer à des moyennes plus faibles en raison de la succession des années de sécheresse depuis, à l'exception de l'année 1995. Ceci est davantage renforcé par l'analyse comparative de la couverture végétale et de la production de la phytomasse sur un faciès d'Alfa (*Stippa tenacissima*) de la steppe occidentale (Aidoud A. et Nedjeraoui D., 1992) :

Eléments de végétation	1976	1989
Espèces annuelles %	48	23
Espèces pérennes %	11	09
Partie verte d'Alfa %	34	02
Phytomasse (kgMs/ha/an)	2100	750
Production (UF/ha/an)	130	60

Tableau n°2 : Analyse comparative de la couverture végétale et de la phytomasse de parcours d'Alfa en steppe occidentale (Aidoud A. et Nedjeraoui D., 1992)

Il faut noter qu'actuellement l'utilisation des parcours steppiques n'est pas contrôlée et n'obéit à aucun schéma d'exploitation sauf pour le cas des périmètres aménagés dans le cadre des différents programmes de développement conduits par le HCDS qui sont régies par les dispositions relatives à la redevance des pacages instituée par l'article 92 de la loi des finances de l'année 1997 modifiée et complétée par l'article 44 de la loi des finances de l'année 2001.

Les dispositions réglementaires qui prévoient deux périodes d'exploitation des parcours durant l'année laissent la détermination de l'offre fourragère et, par conséquent, la charge animale du ressort des services techniques du HCDS et de la DSA mais le choix des éleveurs obéit à l'approbation des autorités locales, la profession (CAW et association éleveurs) et les services des Domaines. Quant à l'ouverture des périmètres pour le pacage, elle est réglementée par un arrêté du Wali territorialement compétent.

La période d'exploitation diffère durant la période printanière selon la nature d'aménagement du parcours. Elle est de trois mois pour les périmètres aménagés par la plantation pastorale et de deux mois pour ceux mis en défens. Pour la période automnale la période est la même.

3-4- Quelles conclusions peut-on en tirer ?

La forme actuelle d'exploitation et de gestion des parcours steppiques est dominée par l'accès libre aux ressources et le système de redevance sur pacage est limité aux seuls parcours aménagés par l'Etat dans le cadre des investissements publics octroyés à travers les différents programmes de développement dont la gestion relève du HCDS. Dans les deux cas, l'exploitation n'obéit à aucun modèle et ne suit pas la logique induite par les facteurs régissant le développement et la croissance des espèces végétales composant la flore des parcours qui dépend, à leur tour, de l'effet direct des conditions climatiques et édaphiques qui régissent les écosystèmes des parcours steppiques. Les traits généraux qui caractérisent ces parcours dans leur état actuel peuvent se résumer ainsi (Aidoud, 2006) :

- ü Une réduction des superficies des parcours steppiques entraînée par l'extension des cultures, des changements des politiques de gestion des parcours et par conséquent les modes de conduite de l'élevage découlant de la pression démographique et aggravée par les sécheresses périodiques et plus ou moins prolongées ;
- ü Les ressources fourragères disponibles sont faibles et ne peuvent répondre aux besoins alimentaires du cheptel utilisant ces parcours steppiques. A ce titre certains auteurs décrivent la situation en steppe d'alarmante et la dégradation de la végétation peut atteindre, parfois, l'extrême. Des mesures effectuées dans les steppes des Hautes plaines algéro-oranaises font ressortir une production moyenne de 20 à 60 UF/ha/an pour des moyennes de pluviosité de 200 à 250 mm/an ;
- ü Sur le plan de diversité, les parcours steppiques sont caractérisés, selon Aidoud (2006), par « la disparition de nombreuses espèces caractéristiques de groupements et de l'arrivée d'espèces plus ou moins ubiquistes, qui, de ce fait, expliquent l'homogénéisation progressive des cortèges floristiques des steppes et leur banalisation ». Cette régression de la biodiversité s'est répercutée sur la composition floristique des parcours par une nette diminution des pérennes et l'augmentation des éphémères qui tendent à rythmer la production pastorale. Cet effet s'étend, également, à l'habitat, les paramètres édaphiques et l'érosion génétique des espèces pastorales potentielles ;
- ü Une exploitation anarchique des ressources pastorales devenue, parfois, minière ce qui laisse planer le risque de désertisation de ces espaces. L'extension de la céréaliculture, la tendance de changement du système de production vers un système agro-pastoral, la sédentarisation et autre

urbanisation ont conduit à l'application d'une charge animale dépassant l'offre fourragère des parcours steppiques naturels et, par conséquent, à un surpâturage (surexploitation des ressources fourragères disponibles). Alors que le cheptel observe une augmentation, les ressources pastorales s'amenuisent et ne représentent que 30% de la ration alimentaire de celui-ci, le déficit étant comblé par les aliments concentrés qui sont souvent subventionnés par l'Etat ;

Le trait commun entre les éléments sus – cités est l'absence d'une forme de gestion rationnelle des ressources pastorales des parcours steppiques ce qui nécessite l'amélioration des niveaux des connaissances actuelles par :

- ü Des études approfondies sur le comportement des espèces pastorales vis-à-vis de leur exploitation en matière d'intensité de pâturage, pouvoir de régénération après exploitation, période et durée de pacage ;
- ü Des études sur l'effet des fluctuations inter - annuelles des différents paramètres écologiques, notamment, ceux concernant la sécheresse et les facteurs climatiques qui lui sont reliés ;
- ü La connaissance des tendances à long terme de la production pastorale et, par conséquent, les mécanismes à adopter pour une meilleure exploitation de ces ressources naturelles très importantes dans la régulation écologique et socio-économique dans les régions semi – arides.

La résultante de cette démarche doit être orientée vers la mise en place de modèles d'exploitation des parcours steppiques naturels assis sur des études de leur dynamique sur une période suffisante pour pouvoir comprendre leurs comportements et, par conséquent, mettre en place des modèles de gestion rationnelles afin d'assurer une durabilité aux ressources pastorales qui forme le socle naturel de l'activité pastorale à la base du développement durable des zones steppiques.

Chapitre IV : Modélisation des parcours

4-1- Pourquoi la modélisation ?

La réponse à cette question ne peut être appréhendée loin de la compréhension de la nature des parcours naturels des zones arides et semi – arides en tant que systèmes écologiques soumis à l'influence des facteurs biotiques et abiotiques et leurs interactions qui sont à la base de la dynamique de leur fonctionnement. Autrement dit, les parcours sont ils des systèmes écologiques en équilibre ou en déséquilibre ?

Wood (2004) décrit les parcours comme étant « des systèmes agro-écologiques très complexes sujets à une variabilité pluviométrique considérable ».

Cette description des parcours naturels rend compte de la complexité qui caractérise ces milieux écologiques qu'on qualifie de systèmes en déséquilibre et sont, ainsi, sous l'influence prédominante des facteurs abiotiques et les processus sont dominés par les facteurs environnementaux comme le climat. Les réponses aux interactions biotiques sont limitées y compris le pacage qui doit être perçu sous la contrainte des caractéristiques physiques du milieu (Bartolome, 2006).

En Algérie, les études ont montré que, sur le plan écologique, les parcours steppiques sont des écosystèmes en forte dégradation et sont sous la menace de la désertification ce qui compromettrait leur existence en tant que milieu régulateur entre le nord et le sud du pays (Aidoud A., 2006).

Nedjraoui (2004) décrit l'état des parcours steppiques comme suit :

« Les steppes algériennes sont très sensibles au processus de dégradation. En effet, les différents facteurs de dégradation se conjuguent pour créer un déséquilibre écologique, social et biologique. Les indicateurs de la désertification qui concernent, en fait, les attributs vitaux de l'écosystème au sens de ARONSON et al (1995), sont la détérioration des caractères du sol, la diminution des réserves hydriques et de la fertilité du sol, allant souvent jusqu'à sa stérilisation, et la régression de la production végétale. Ces indicateurs d'impact induisent une modification des systèmes de production inhérente à une intensification des besoins et par là même une mauvaise gestion des parcours donnant lieu à une surexploitation des ressources naturelles disponibles ».

Pour Ferchichi A. (2004), le fonctionnement et la survie des systèmes pastoraux dépendent, donc, d'un certain nombre d'interactions complexes entre

la végétation, les animaux, l'environnement physique et la population qui les utilise.

La complexité caractérisant les parcours induit une hétérogénéité spatio-temporelle dans ces systèmes qui, combinée à un environnement socio-économique complexe, rend difficile l'obtention d'une compréhension claire sur la réponse des parcours aux facteurs comme le climat, le pacage et l'aménagement par des études empiriques de cas puisqu'elles sont soumises aux effets de station et de durée et sont coûteuses (Wood, 2004).

La dynamique du fonctionnement de ces systèmes ne peut être approchée par tâtonnement ou par simple image fixe car l'incertitude induite par une telle variabilité ne permet pas de tirer des conclusions fiables s'il y a manque ou insuffisance de données sur les facteurs qui régissent le comportement des parcours des milieux arides et semi- arides.

Le cheminement logique pour l'établissement d'une matière scientifique probante en milieux écologiques suit deux voies essentielles selon Bartolome (2006) qui stipule qu' « Il ya deux manières pour développer des connaissances scientifiques fiables : l'expérimentation et les observations. L'expérimentation est problématique du fait qu'elle se passe en milieu contrôlé avec des traitements simples et ne reproduit pas, fidèlement, les conditions réelles, surtout quand la recherche vise des écosystèmes complexes. Il y'a des difficultés de reproduction afin de gagner la crédibilité statistique pour la communauté scientifique ».

Les difficultés ci – haut citées imposent la recherche d'une méthodologie scientifique permettant de simplifier l'approche de ces milieux quant à leur dynamique afin d'éviter les risques qui peuvent contrecarrer la gestion rationnelle qui garantit la durabilité de ces milieux fragiles et incertain. C'est dans cette vision que s'est développée l'orientation de la communauté scientifique vers l'utilisation de la modélisation en tant qu'alternative et que moyen capable de résoudre la problématique liée à la dynamique du fonctionnement des systèmes écologiques des parcours naturels des zones arides et semi – arides.

Holling (1978) préconisait cette méthodologie d'étude : « l'intégration des modèles de simulation dans la prise de décision collective dans la gestion des ressources naturelles est l'un des points centraux de l'aménagement adaptatif ».

4-2- Définition :

« Les modèles sont des représentations abstraites de la réalité. Ils sont très utiles puisqu'ils organisent et quantifient les connaissances sur un sujet » (Grant, 1986 in Walker, 1993).

L'utilité des modèles réside dans leur aptitude à simplifier la réalité complexe des systèmes écologiques à travers une organisation logique des interactions entre les facteurs régissant ces systèmes sur la base d'une quantification objective des données accumulées de chaque facteur. Les résultats qui en découlent sont des représentations plus proches de la réalité des systèmes écologiques mais qui peuvent être ajustées et corrigées à chaque fois dont on a besoin par la suppression ou l'intégration de données jugées utiles dans les processus gouvernant leur fonctionnement.

La modélisation est une alternative aux systèmes d'étude classique et fournit une opportunité d'améliorer la compréhension des systèmes pastoraux complexes.

4-3- Evolution de la modélisation des systèmes écologiques pastoraux:

Avant le début des années 1990, la théorie acceptée de succession secondaire dans les communautés végétales des milieux arides et semi-arides était basée sur les variations du modèle clementsien (développé par Clements en 1916). Ce modèle suggérait que les systèmes des parcours sont bien décrits par une prévision linéaire de la succession des communautés végétales changeant séquentiellement en réponse à des facteurs contrôlés comme le pacage, le feu, les précipitations et la compétition. Les perturbations autres que les perturbations naturelles, qui conduisent à un flux dans la composition, sont définies comme la condition naturelle potentielle menant au remplacement des dernières espèces par d'autres espèces ligneuses et d'autres annuelles. Inversement la suppression des perturbations conduit à une régression dans la végétation et peut amener à la restauration du climax. Le modèle clementsien était basé sur les hypothèses suivantes (Mare P. Vayssières et Richard E. Plant, 1998) :

- Un site de parcours particulier n'a qu'un seul état de climax ;
- La succession vers le climax est un processus linéaire, continu, monotonique et réversible ;
- La pression du pacage produit des changements continus directement opposés à la tendance de la succession ; et
- Les variations climatiques ont des effets similaires à ceux du pacage.

L'incapacité du modèle clementsien à expliquer la prévision du retour de la végétation au climax par suppression des perturbations a conduit à développer d'autres modèles surtout au nord ouest américain comme ceux appelés modèles d'état et transition (State and transition) pour pallier à cette insuffisance dans l'évaluation des dynamiques de la végétation dans les environnements variables

des parcours. Dans ces modèles les types de végétaux sont appelés *état* (state) et les processus qui causent leur changement sont dits *transition* (transition).

4-4- Types des modèles utilisés dans l'étude des parcours :

Bartolome (2006) subdivise les modèles utilisés dans l'étude des parcours des zones arides et semi – arides en trois grands types :

4-4-1- Les modèles descriptifs :

Ces modèles constituent une bonne voie dans la simplification des écosystèmes et leurs changements dans le temps. Leur intérêt réside dans leur aptitude à guider l'aménagement des écosystèmes en situation de non équilibre dans lesquels il y'a un haut degré d'incertitude concernant les conséquences d'action d'aménagement.

A ce titre on peut citer le modèle des parcours de la *California valley grassland* qui comprend trois états et trois transitions.

Le premier état caractérisé par les herbes originales pérennes ayant subi l'effet de la transition 1 qui est l'introduction de l'élevage à partir de 1769 ainsi que les annuelles exotiques ayant conduit le parcours à l'état 2 marqué par un mélange de pérennes avec des annuelles exotiques et le surpâturage résultant en l'état 3 formé par un écosystème dominé par les annuelles exotiques. La transition 3 peut reconduire à l'état 2 par un bon aménagement du pacage mais le retour à l'état 1 d'origine n'est pas encore connu et ainsi la transition 4 reste indéfinie.

Des modèles descriptifs pareils sont très utiles dans la description d'une variété de processus dans des écosystèmes complexes d'une manière simplifiée, mais restent limités quant au développement d'outils de prédiction et la recherche ne peut pas s'arrêter à ce niveau.

4-4-2- Les modèles écologiques :

Ce type de modèles peut, à la fois, décrire l'écosystème et permettre la compréhension de son fonctionnement. L'exemple le plus simple de ces modèles est celui qui décrit les quatre groupes fonctionnels d'un écosystème : producteurs primaires (végétaux) – consommateurs primaires (herbivores) – consommateurs secondaires (carnivores) – décomposeurs (détrivores).

Il démontre l'existence de relations entre les différents groupes comme le transfert d'énergie et de nutriments ayant aboutit à des interactions importantes dans le temps à l'instar de l'efficacité du transfert d'énergie des producteurs primaires aux consommateurs primaires et, éventuellement, aux consommateurs secondaires. Ce sont ces processus que l'aménagiste cherche à gérer pour

encourager la biodiversité ou la production d'énergie. Dans le cas des parcours, deux éléments essentiels peuvent être considérés : le cortège floristique et les animaux utilisateurs.

4-4-3- Les modèles prédictifs :

Les modèles prédictifs, tels que les modèles basés sur le principe état et transition (*state and transition*) mis en place par Westoby, Walker et Noy-Meir en 1989, ont été inventés après que les scientifiques ont réalisé que l'ancien modèle clementsien ne peut pas, toujours, prévoir les conséquences d'aménagement dans les conditions des parcours, du moment qu'il est conçu pour des écosystèmes en équilibre.

Un modèle état et transition des processus entre les états de végétation, à l'échelle d'unité spatiale (patch), peut être décrit par un simple modèle de Markov avec des probabilités constantes de transition :

$$V_{B,t+1} = \sum_{x=A}^{Nstates} p_{xB} \cdot V_{x,t}$$

$x = A, B, \dots N$

$V_{B,t+1}$: fréquence des patches dans la végétation B au temps t+1

P_{xB} : probabilité de transition entre l'état x et l'état B

$V_{x,t}$: fréquence des patches en état x au temps t

Les écosystèmes en équilibre sont dominés par les interactions biotiques comme la compétition et les populations sont limitées par la disponibilité des ressources. Les processus sont, donc, modélisés par des interactions biotiques comme de plante à plante et de plante à animal.

A l'inverse, les systèmes en déséquilibre sont caractérisés par l'influence des facteurs abiotiques et les organismes tendent à se comporter indépendamment les uns des autres.

Les parcours sont des systèmes en déséquilibre avec des réponses limitées aux interactions biotiques y compris le pacage dont l'effet doit être perçu dans le contexte qu'il est sous la contrainte des caractéristiques physiques du milieu.

Bartolome (2006), décrit la complexité de la prédiction de la réponse des parcours aux effets des différentes interactions comme suit :

« Les parcours montrent une variabilité spatiale à petite échelle qui, couplée à la dépendance temporelle du site, rend la prédiction de la réponse du système à l'environnement et à l'aménagement très imprévisibles dans le cadre du niveau actuelle des connaissances ».

Pour cette raison, il préconise que : « Plus de travaux d'expérimentation sur l'effet de pacage et de la réponse des plantes peut aider, mais la dominance des facteurs abiotiques implique que la clé cruciale pour l'aménagiste réside dans la recherche des réponses par le suivi ».

La prédiction nécessite, donc, le développement de méthodes scientifiques efficaces pour obtenir des mesures et des évaluations objectives de l'impact du pacage sur les ressources concernant le suivi des effets du pacage et de l'aménagement dans ces systèmes complexes.

Pour Bartolome (2006) : « le pacage est un processus très complexes ce qui oblige à examiner les effets à travers les plantes et leur réponse au pacage ».

Les aspects pratiques sont l'intensité, la période et la fréquence du pacage ainsi que la distribution, le type et les classes des animaux (Bartolome, 2006).

Selon Heitschmidt et Walker (1996) : « A long terme, le succès ou l'échec de toutes les stratégies du pacage tourne autour de la capacité de l'aménagiste à contrôler la fréquence et la sévérité de défoliation des plantes, individuellement, dans le temps et dans l'espace. Ceci est un défi, particulièrement, formidable dans l'environnement des parcours à cause des hauts niveaux d'incertitude ».

Dans les parcours dominés par les arbustes fourragers, Salah S. Tag El Din (1994) rapporte que plusieurs méthodes ont été essayées pour la mesure de la production utilisée par les animaux. Elles étaient centrées sur quelques techniques de base comme celle des branches marquées, des mesures oculaires, ainsi que celle des coupes et pesées. Les méthodes des régressions ont été utilisées pour l'estimation de la biomasse totale, la production annuelle courante et celle utilisée chez les arbustes fourragers tout en diminuant le coût des échantillons. Elles sont alors utilisées pour la prévision de la biomasse ou des repousses. Ces techniques ont permis des analyses plus efficaces et mieux exactes des interactions qui existent entre les différentes composantes du parcours. Toutefois les résultats varient en fonction des zones, sites, espèces et plantes individuelles. L'intensité de pacage affecte, souvent, la précision de ces techniques.

Beaucoup de modèles prédictifs ont été développés durant la fin du siècle passé et le début de ce siècle comme le modèle « GRAZE » aux USA et le modèle « GRAZFED » en Australie.

Pour Ferchichi A. (2004), l'output de ces modèles dépend des inputs basés sur un grand nombre de données liées à la terre (superficie, facteurs abiotiques), au parcours (production, utilisation, qualité des fourrages, disponibilité des fourrages), au cheptel (taille, composition et paramètres zootechniques). Toutefois, leurs applications potentielles sont beaucoup plus importantes que celles des techniques traditionnelles et elles incluent :

- L'estimation de la capacité de charge des parcours pour une seule année ou une série d'année ;
- L'évaluation des options d'aménagement, particulièrement, leur impact sur les ressources pastorales et l'élevage ;
- L'identification des périodes critiques et de déficit ;
- L'évaluation des changements d'utilisation des terres ;
- L'évaluation des changements dans le type d'élevage ou des objectifs de production ;
- La comparaison de différents types d'aménagement.

Exemples schématique de modèles :

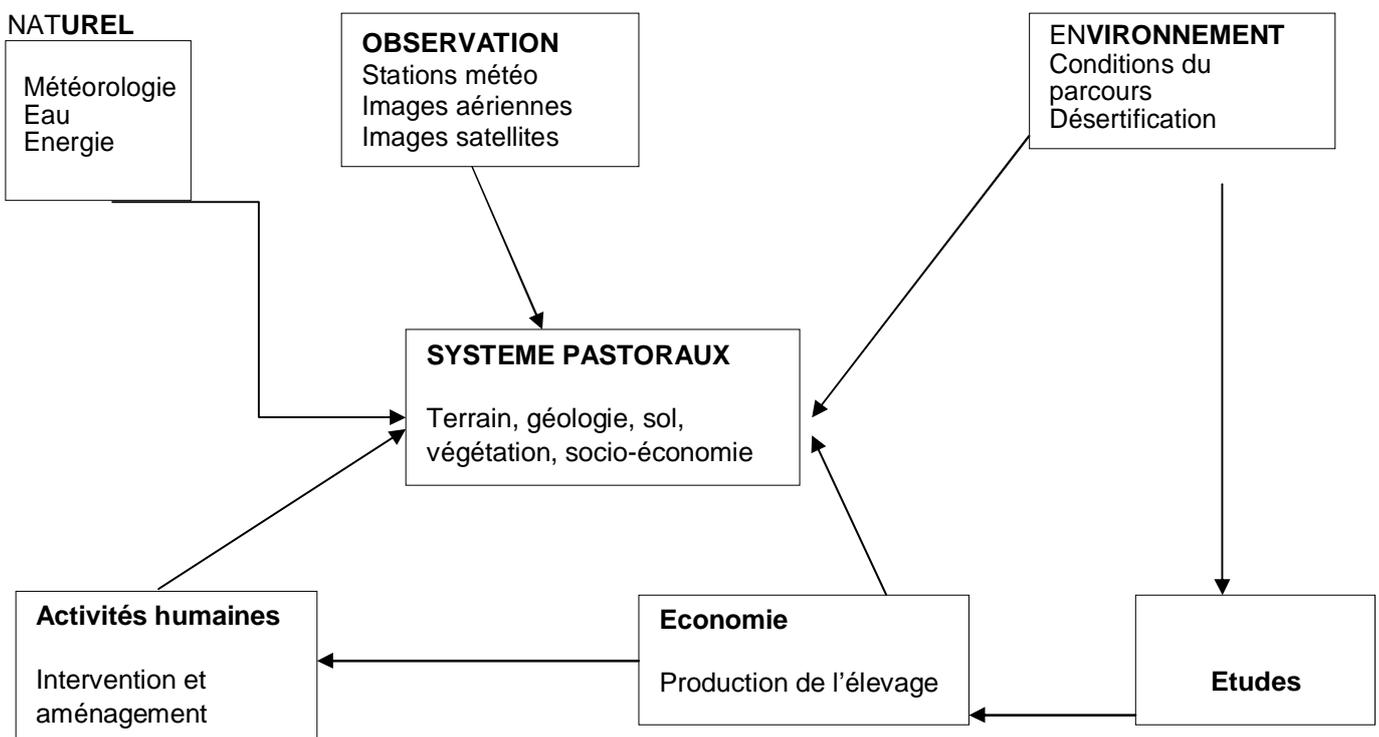


Fig. n° 5 : Modèle de simulation de l'impact du pacage à long terme (Squires, 1998)

Input

Output

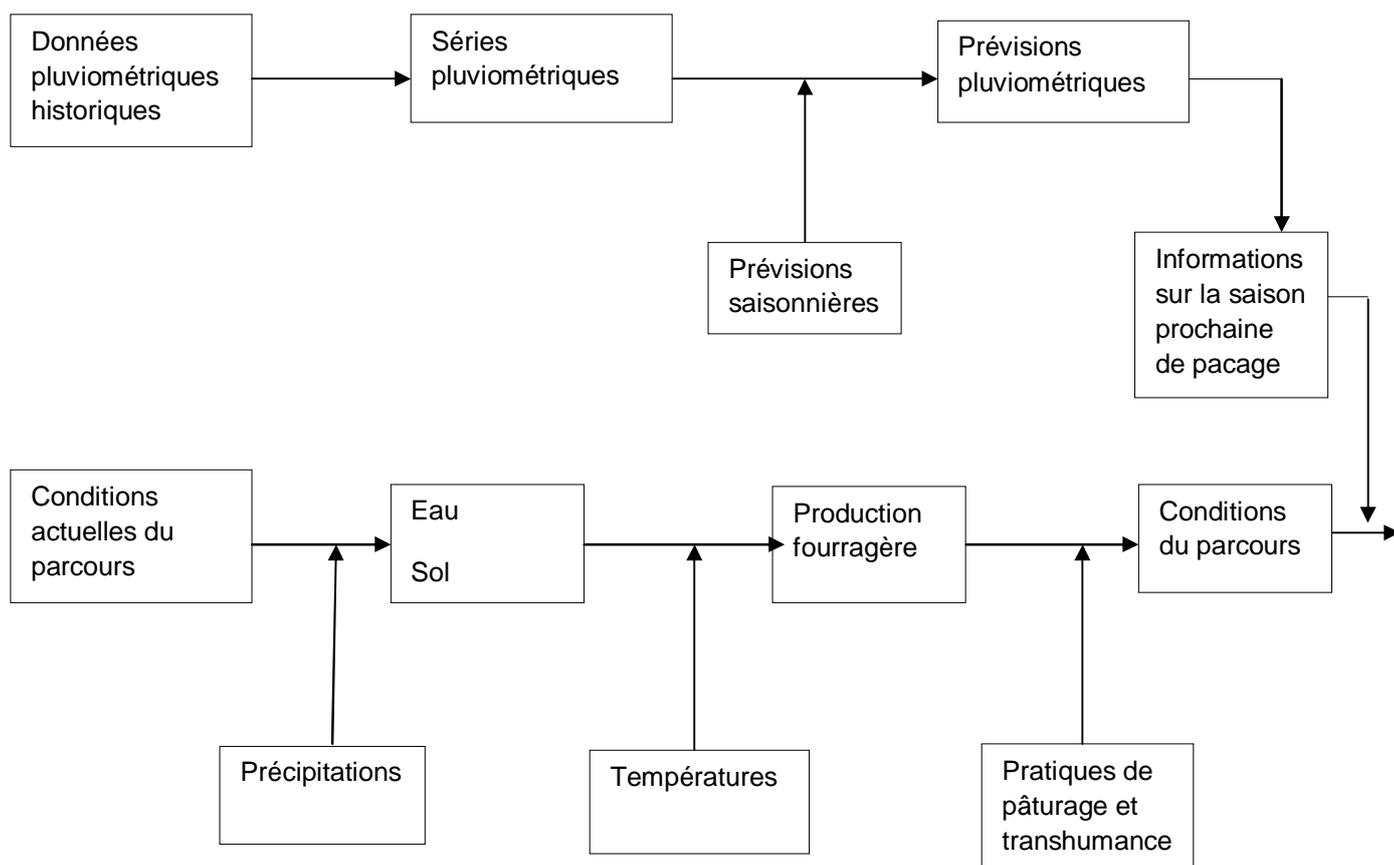


Fig. n° 6 : Modèle d'aménagement de parcours (Al Harathani et Fogel, 1998)

4-4-5- Utilisation des modèles prédictifs :

Les modèles prédictifs concernent aussi bien l'évaluation de l'impact de l'aménagement sur les parcours que l'estimation et la projection de leur production ainsi que les prévisions relatives aux effets socio-économiques induits par l'utilisation de ces systèmes.

Dans ce cadre, les recherches menées dans différents pays comme les Etats Unis d'Amérique, l'Australie, l'Afrique du Sud, l'Argentine, le Chili, l'Iran, l'Inde et autres pays ont aboutit à l'établissement d'un nombre de modèles dont l'objectif est d'aboutir à la maîtrise des facteurs qui contribuent au fonctionnement et à l'orientation de la dynamique des différents parcours étudiés.

4-4-5-1 Modèles prédictifs sur les effets de l'aménagement :

Dans ce cadre, il y'a lieu de citer les travaux de Batabyal A. A. (2002) sur l'approche de conceptualisation des l'aménagement des parcours dans les conditions d'incertitude qui sont indicatifs à plus d'un titre du moment qu'ils forment une base théorique de modèle état et transition (state and transition) dans les parcours des écosystèmes caractérisés par l'incertitude des facteurs

écologiques. Ce modèle théorique suppose que les parcours peuvent exister sous quatre formes : excellente, bonne, modérée et pauvre. Il existe des probabilités mathématiquement quantifiables sur la prévision de l'état dans lequel peut exister le parcours individuellement ou conjointement. Cet outil mathématique peut aider l'aménagiste à orienter ses choix quant au modèle d'aménagement et de gestion à adopter afin d'assurer une durabilité des ressources naturelles pastorales de son parcours à travers la projection résultant de l'application des équations mathématiques basées sur un ensemble de données relatives aux facteurs écologiques dans l'écosystème considéré.

Batabyal A. A. (2005) a, également, développé un modèle sur les irréversibilités potentielles dans l'aménagement des parcours dans le temps et sous les conditions d'incertitude où il montre que le temps d'atteindre un point d'irréversibilité dans la gestion d'un parcours est fonction du type d'aménagement et de l'état initial du parcours. La durée qui sépare entre l'état initial du parcours et un état de crise irréversible peut être exprimée par une fonction logarithmique de l'inverse de l'état initial.

Peuvent être, également, cités les travaux de modélisation effectués en Afrique du Sud par F.D. Richardson et al. (2007) sur la modélisation de la durabilité et la productivité des parcours collectifs de 20.000 ha dans la région de Namaqualand sur les effets des précipitations et du nombre d'animaux sur les changements de végétation et les productions de lait et de viande. Les modèles établis dans cette étude concernent les prévisions sur la dynamique de la végétation, de la charge animale ainsi que des productions sur une période allant d'une année à 200 années. Deux modèles séparés mais reliés sont utilisés pour la simulation des processus à deux niveaux et deux échelles de temps différents. Pour la limite inférieure considérant les plantes et les animaux individuellement, l'unité de temps utilisée est 0,01 jours alors que pour la limite supérieure considérant les populations et l'écosystème l'unité de temps est 1 année. Les modèles de court terme de base sont subdivisés en sous – modèles portant sur :

- L'humidité du sol et la croissance de la plante ;
- Le choix de la ration, la quantité ingérée et la digestion ;
- Le bilan énergétique de l'animal et sa production ; et
- La reproduction et les mortalités.

Ce type de modèle nécessite la disponibilité d'une grande masse de données et un suivi rigoureux des observations et des relevés afin de permettre l'obtention de résultats fiables qui peuvent être projetés à long terme avec une

consolidation de données antérieures pour vérifier la véracité des outputs dégagés par l'application de différentes équations mathématiques qui régissent les modèles en question.

4-4-5-2 Modèles prédictifs sur la prévision des outputs économiques :

Un grand nombre de travaux concernant les modèles prédictifs sur les effets économiques des options d'aménagements et de gestion des parcours en conditions d'incertitude, ont été réalisés dans différents pays et dont l'objectif est de contrôler les facteurs qui président aux choix adoptés et aux alternatives possibles pour faire face aux imprévus qui peuvent surgir lors de l'application de tel ou tel modèle.

Les travaux de conceptualisation de Batabyal A. A. (2005) sur les conditions nécessaires pour l'équivalence des critères économiques et écologiques dans l'aménagement des parcours font ressortir que ces critères ne sont pas équivalents et par conséquent, l'aménagiste peut considérer deux approches différentes. La première concerne l'optimisation de la fonction d'un critère économique soumis à une ou plusieurs contraintes écologiques et la deuxième concerne l'optimisation de la fonction d'un critère écologique soumis à une ou plusieurs contraintes économiques.

On peut, aussi, citer l'utilisation du modèle GAMS dans la projection et la prédiction économique des outputs des systèmes de production agricole, agropastorale ou pastorale et qui consiste en un ensemble de sous modèle nécessitant des données précises concernant le mode d'exploitation des terres, le mode de conduite des cultures et du cheptel ainsi que tous les facteurs en relation directe ou indirecte avec le système de production.

4-4-5-3 Modèles prédictifs sur la prévision des productions pastorales :

Pour le cas précis de l'estimation de la production d'une espèce végétale pastorale, il y'a lieu de citer l'exemple du travail de recherche mené par Salah S. Tag El Din (1994) en Arabie Saoudite sur l'espèce *Salsola vermiculata*.

Les objectifs recherchés sont :

- L'établissement de relations entre les différentes mesures de la plante (hauteur, grande et petite section) et les deux paramètres production de l'année courante et poids de la quantité disponible pour le pacage ;
- Utilisation de différents modèles de régression pour développer les équations prédictives de la production de l'année courante et du poids de la quantité disponible au pacage ; et

- Détermination de l'effet de différentes intensités de pacage sur les relations précitées et les équations prédictives.

Trois niveaux d'intensité de pacage (traitements) sont appliqués : léger, moyen et sévère correspondant, respectivement, à 25%, 50% et 75% de la production de l'année courante. La hauteur, la grande section et le rayon de la petite section sont les variables indépendants.

Les résultats de ce modèle ont montré que les relations prédictives entre la production de l'année courante et le poids de la quantité disponible au pacage peuvent être exprimées avec de équations quadratiques pour les intensités de pacage léger et moyen alors que pour le cas du pacage sévère, elles peuvent être exprimées sous forme d'équations semi-logarithmiques.

En Algérie, peu d'études ont été consacrées à la mise en place de modèle d'exploitation et de prévision de la production pastorale des parcours steppiques. L'effort de la recherche est, plutôt, orienté vers l'évaluation de la valeur fourragère ou pastorale de ces parcours sans identification de modèles d'exploitation qui peuvent orienter la gestion de ces ressources naturelles.

Dans le cadre de la prévision de la production des espèces pastorales, il y'a lieu de citer l'étude effectuée par Gheraibia A. et Laouer N. (2000) sur les trois espèces introduites d'atriplex (canescens, halimus, nummularia) dans la région de Thlidjène et qui a porté sur l'effet de trois niveaux d'intensité de pacage (légère, moyenne et sévère) sur la régénération et la production.

Cette étude a aboutit, dans le volet de la prévision de la production des atriplex, à des relations du type équation quadratique dans les conditions écologiques des parcours steppiques de la région de Thlidjène. Alors que pour l'exploitation, elle ne peut se faire qu'une seule fois l'année et que le double accès aurait des répercussions négatives sur les plantations, surtout, si la charge n'est pas respectée.

4-5- Conclusion :

La recherche concernant la modélisation de l'exploitation des parcours s'est développée de par le monde et, notamment, dans les pays à grandes superficies de parcours arides et semi-arides à l'instar des USA, l'Australie, l'Afrique du Sud, l'Argentine, le Chili, l'Iran.

Cette orientation est motivée par la recherche d'une maîtrise de ces écosystèmes qui sont, généralement, caractérisés par la variabilité, la dégradation et, voire même, le risque de désertification. Ainsi, ils sont loin d'obéir à une régularité de production ce qui imposerait une connaissance approfondie

des relations existant entre cette production et les facteurs biotiques et abiotiques de ces écosystèmes particuliers.

En Algérie, l'étude des parcours steppiques s'est limitée, le plus souvent, à l'évaluation de la valeur fourragère ou pastorale aboutissant à l'estimation de la charge animale à travers le calcul de la capacité de charge pour un temps fixe. Ces études n'ont pas aboutit à la mise en place de modèles de gestions garantissant la durabilité des ressources naturelles déjà minimes et loin de satisfaire les besoins du cheptel qui y vit.

Certains auteurs (Mohammedi H., Labani A. et Benabdelli K., 2006) attribuent l'échec dans la préservation des parcours steppiques au manque de modèles d'exploitation et à la prédominance de l'approche sectorielle aggravée par une vision disciplinaire étroite à l'intérieur même de chaque secteur ayant conduit à une ségrégation des actions basées sur des considérations limitées à la spécialité de l'intervenant. C'est ainsi que les écologues, phytosociologues et agronomes phytotechniciens, considérant seulement les pâturages, ont donné la priorité à l'établissement des cartes de potentialités sans finaliser des stratégies d'exploitation et de préservation des ressources. Pour les zootechniciens, l'orientation est basée sur l'introduction de nouvelles races ayant des aptitudes de prolificité ou de production particulières alors que les avis des partisans des races locales sont partagés sur les valeurs de chacune d'elles.

Chapitre V : Description de la zone d'étude

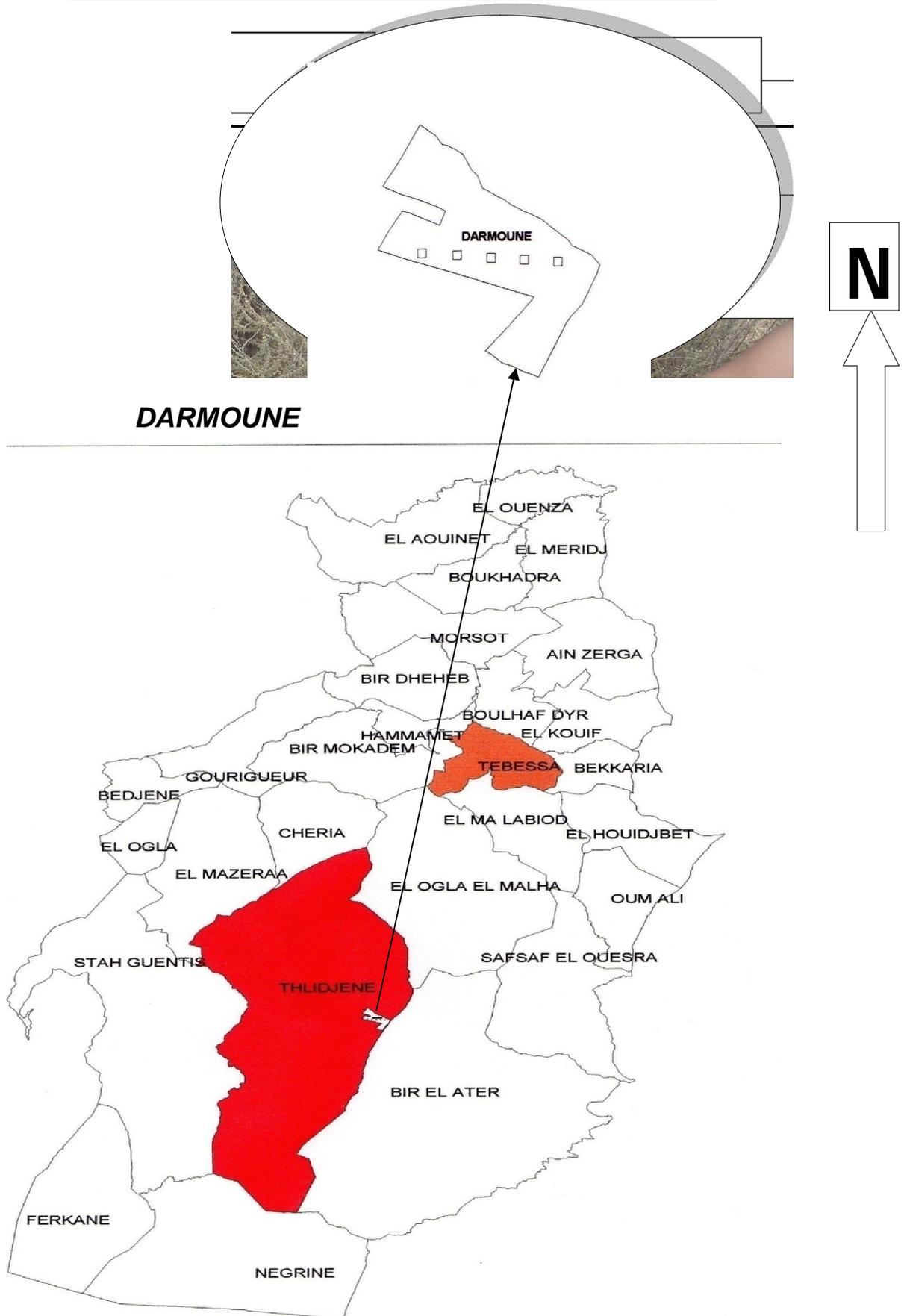


Fig. n°7 : Carte de localisation de la zone d'étude

5-1- Situation géographique et superficie :

La zone concernée par l'étude fait partie de la zone pastorale appelée Darmoune, située au sud de la commune de Thlidjène (sud de la wilaya de Tébessa) qui, par sa superficie de 182.500 ha, forme la plus grande commune de la wilaya de Tébessa (cf. figure n°7).

Zone d'élevage par excellence, elle est considérée, depuis longtemps, comme « le pays du mouton » dans la wilaya. Cette activité se pratique sur une étendue vaste de parcours naturels occupant une superficie de 31.750 ha.

Le parcours étudié couvre une superficie de 900 ha et faisait partie d'une Coopérative d'Elevage et de Production de la Révolution Agraire (C.E.P.R.A) appelée « EL Amel » qui s'étalait sur une surface de 10.000 ha avec un cheptel de 5.000 têtes d'ovins et ce jusqu'à sa dissolution en vertu de la restructuration agricole instituée par la loi 87-19 du 08/12/1987. (Source D.S.A).

5-2- Relief :

La zone d'étude fait partie des plaines circonscrite par l'unité morphologique appelée Djebel Darmoune dont l'altitude est comprise entre 900 et 1.100 m. La pente de ces plaines varie entre 3 et 5% alors que sur la chaîne montagneuse atteint 12 à 25% et est affectée par une forte érosion due, essentiellement, à la présence d'un réseau intense de ravinement dont les deux oueds principaux sont oued El Morra et oued Retem.

5-3- Sol :

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

5-4- Climat :

5-4-1- Précipitations :

Mois	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
P(mm)	41,75	26,28	24,32	26,75	23,98	14,47	22,87	38,00	25,60	19,63	8,25	11,70	283,60

Tableau n° 3 : Précipitations mensuelles, annuelles et totales. Période 1990-2007. Source : ONM (Station de Tébessa) et HCDS (Station Pastorale – Thlidjène)

5- 4-1-1- Répartition saisonnière des précipitations :

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Total
P(mm)	92,35	65,20	86,47	39,58	283,60
Taux (%)	32,56	22,99	30,49	13,96	100

Tableau n°4 : Répartition saisonnière des précipitations

La répartition saisonnière des précipitations montre l'essentiel des pluies tombe à l'automne et au printemps.

5- 4-2- Températures :

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne annuelle
m (°c)	16,0	11,7	6,6	3,1	1,4	2,4	4,8	7,0	12,0	16,1	18,4	18,5	9,8
M (°c)	28,9	23,5	17,6	13,5	11,9	13,7	16,8	19,7	25,9	31,4	34,4	33,9	22,6
(M+m)/2	22,5	17,6	12,1	8,3	6,7	8,1	10,8	13,4	19,0	23,8	26,4	26,2	16,2

Tableau n° 5 : Températures. Période 1990-2007. Source : ONM (Station de Tébessa).

La température minimale du mois le plus froid est 1,4 °C enregistrée lors du mois de janvier et la température maximale du mois le plus chaud est 34,4 °C enregistrée durant le mois de juillet. L'écart entre ces deux températures donne une amplitude thermique de 33 °C.

On peut en déduire que le climat de la zone est caractérisé par des hivers froids et des étés chauds.

5- 4-3- Autres facteurs climatiques :

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne annuelle
Humidité (%)	53	60	62	69	71	64	59	56	49	42	37	41	55,25
Insolation (h/j)	8,2	7,5	6,1	5,4	5,3	6,7	7,3	8,1	9,2	10,1	11,3	9,4	7,88
Vents (m/s)	2,6	2,4	2,9	3,1	2,7	3,3	3,5	3,9	3,5	3,2	3,2	2,6	3,08
Gelée (j)	0,0	0,0	2,2	6,2	9,9	6,6	1,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	27,00
Grêle (j)	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,2	2,50
Neige(j)	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,10
Orages (j)	8,5	2,2	1,2	0,2	0,2	0,2	1,4	2,6	4,5	6,0	5,0	7,8	39,80
Brouillard (j)	0,0	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,0	2,80
Sirocco (j)	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	1,4	2,2	1,8	6,30

Tableau n° 6 : Quelques facteurs climatiques – Période 1990-2007. Source : ONM (Station de Tébessa).

5- 4-4- Evapotranspiration (E.T.P) et Bilan hydrique :

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Total
P(mm)	41,75	26,28	24,32	26,75	23,98	14,47	22,87	38,00	25,60	19,63	8,25	11,70	283,60
E.T.P (mm)	127	82	48	31	32	50	89	120	163	188	209	175	1 314,00
Bilan hydrique (mm)	-85,25	55,72	-23,68	-4,25	-8,02	-35,53	-66,13	-82,00	-137,40	-168,37	-200,75	-163,30	-1 030,40

Tableau n° 7 : E.T.P et bilan hydrique. Source : B.N.E.D.E.R. (Etude de mise en valeur des potentialités des communes rurales – Commune de Thlidjène – 2004).

5- 4-5- Indices climatiques :

5- 4-5-1- Indice d'aridité de Demarton :

Le calcul de cet indice se fait à partir de la formule suivante : $la = P / (T+10)$

Avec P : pluviométrie annuelle (283,60 mm)

T : la moyenne annuelle des températures M (22,6)

Pour le cas de la zone d'étude $la = 8,70$ ce qui la range dans le type de climat continental semi aride.

5- 4-5-2- Quotient d'Emberger :

Le quotient d'Emberger est calculé par la formule : $Q = 3,42 \times P / (M-m)$

Avec P : pluviométrie annuelle (283,60 mm)

M : la valeur de la température maximale du mois le plus chaud (34,4 °C)

m : la valeur de la température minimale du mois le plus froid (1,4 °C)

Ceci donne pour la zone d'étude une valeur $Q = 29,39$ qui place cette zone dans l'étage bioclimatique semi aride.

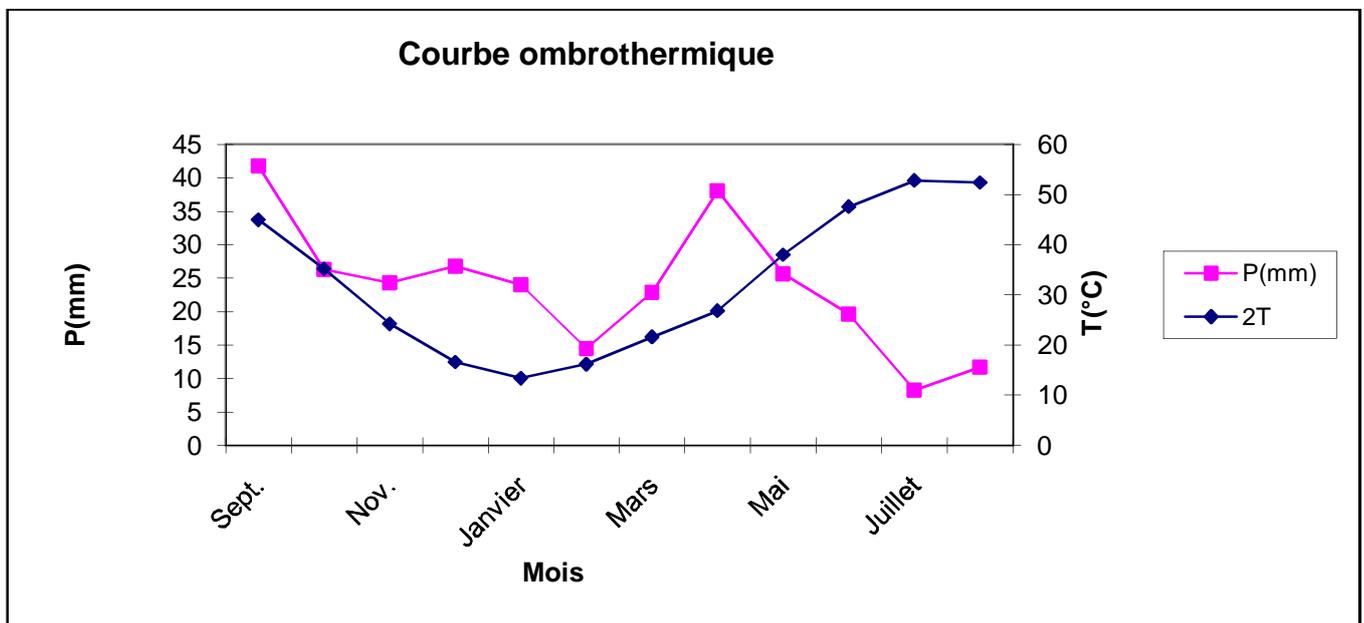


Fig n° 8 : Courbe ombrothermique de la zone de Darmoune

5-5- Couvert végétal :

En absence d'étude sur le couvert végétal dans la zone, nous avons procédé à un relevé floristique qui nous a permis de caractériser le parcours en question.

Sur le plan spécifique, le relevé effectué durant le mois d'avril fait ressortir, un cortège floristique constitué de *Salsola vermiculata*, *Stipa parviflora*, *Artemisia herba alba*, *Salicornia arabica* avec la présence de quelques annuelles, notamment, *Malva vulgaris* et *Peganum harmala* dont la présence dénote d'un stade de dégradation avancé des ressources pastorales ayant subie les effets néfastes de la surexploitation et des défrichements.

La caractérisation phytoécologique dégage les indicateurs suivants :

- le taux de couverture globale de 74% ;
- la densité de l'espèce *Salsola vermiculata* est de 3,43 plantes/m² ;
- la dominance de l'espèce *Salsola vermiculata* avec une occurrence de 76% ;
- la contribution faible des autres espèces (*Stipa parviflora* 10%, *Artemisia herba alba* 3%, les annuelles 3%) ;
- la richesse spécifique est égale à 8 ;
- la diversité est de l'ordre de 1,14. Cette valeur classe le parcours étudié parmi les écosystèmes pauvre en matière de diversité.

Chapitre VI : Matériel et méthodes

6-1- Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est la *Salsola vermiculata* L. poussant spontanément dans le parcours du Darmoun, et formant l'espèce dominante dans ce parcours.

Le choix de cette espèce est une forme de contribution dans la compréhension du comportement des parcours steppiques à base d'espèces autochtones n'ayant fait l'objet d'aucune, ou, de peu d'études malgré l'importance qu'ils revêtent en matière de pastoralisme en Algérie.



Figure n°9 : Parcours du Darmoune à dominance de *Salsola vermiculata* L.

6-2- Dispositif expérimental :

L'objectif de l'expérimentation est d'étudier, par simulation du pacage des animaux par coupe le long du cycle biologique de l'espèce *Salsola vermiculata*, les effets :

- Ø du stade phénologique de coupe avec trois niveaux : début de croissance le 06/04/2008, Pleine croissance le 06/07/2008 et fin croissance le 06/10/2008 (fig. n°11, 12 et 13) ;
- Ø de degré de sévérité de la coupe avec trois niveaux : coupe sévère, coupe modérée et coupe légère consistant à couper, consécutivement, 75%, 50% et 25% de la plante (fig. n°14,15 et 16) ;

sur le pouvoir de régénération de l'espèce *Salsola vermiculata* L. au début du cycle biologique prochain (avril 2009).

Le dispositif expérimental, mis en place le long d'un transect Est-Ouest du parcours, est constitué de blocs aléatoires constitués chacun des 03 niveaux de degré de coupe et des trois niveaux de stade phénologique. Les traitements sont répétés 05 fois.

Chaque unité est de 04 m² de superficie et les unités sont séparées d'une distance de 01 m². La superficie de 04 m² est jugée suffisante pour contenir le maximum de plantes de *Salsola vermiculata* L. pour permettre à l'expérimentation de couvrir le maximum d'individus et de se rapprocher de la réalité du parcours.

Toutefois, il faut noter que durant l'exécution du travail, deux faits majeurs sont apparus :

- Ø absence de plantes dans certaines unités ;
- Ø existence de grandes différences entre les dimensions des plantes dans la même unité.

Cette absence d'homogénéité dans les dimensions des plantes, associée à une distribution inégale de la densité des plantes, est une caractéristique des parcours steppiques naturels dégradés. Elle peut avoir une influence sur les résultats de l'expérimentation.

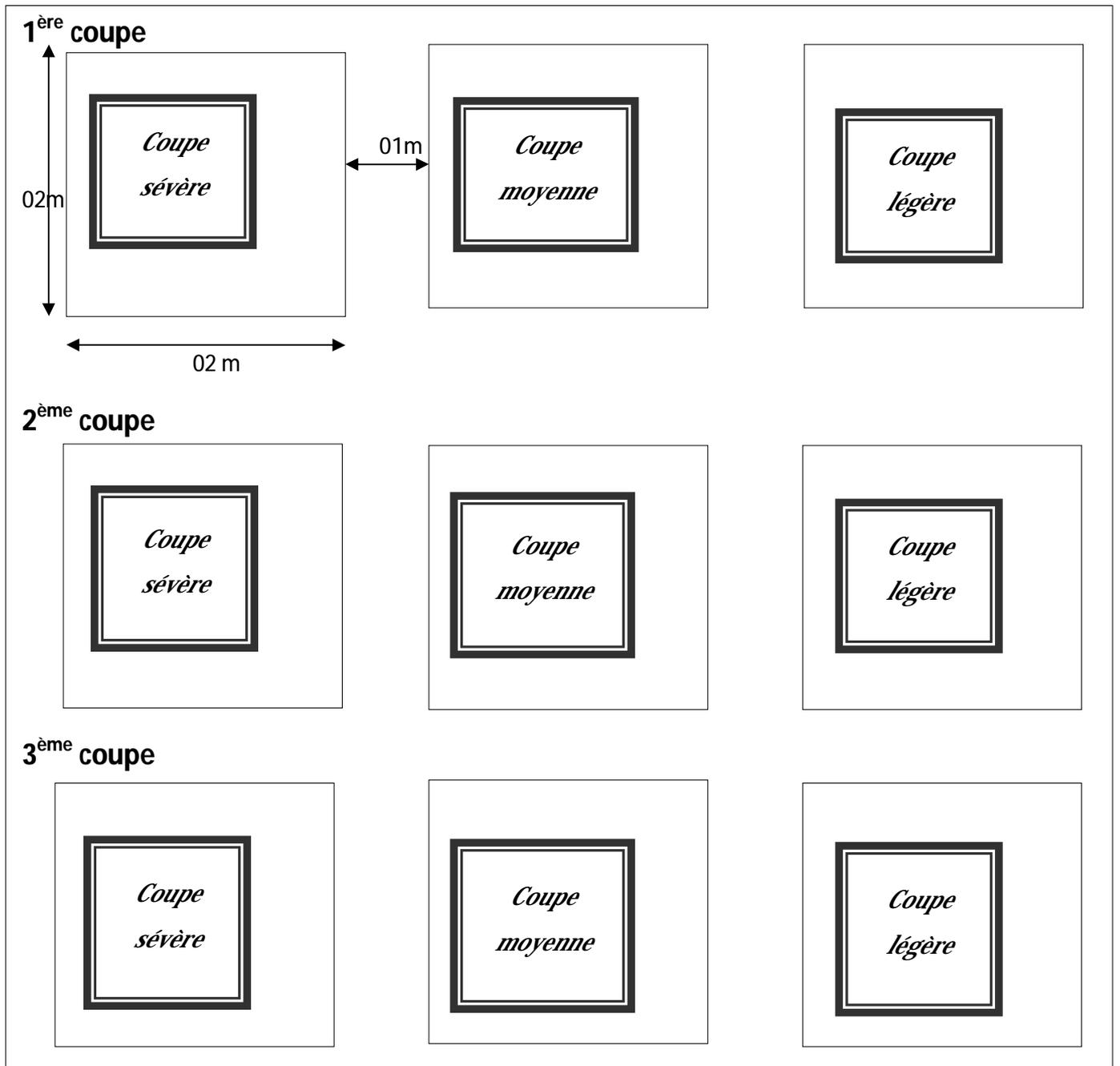


Fig. n° 10 : Dispositif expérimental



Fig. n°11 *Salsola Vermiculata L.* : début de croissance.



Fig. n°12 *Salsola vermiculata L.* : Pleine croissance.



Fig. n°13 *Salsola vermiculata* L. : fin croissance.

6-3- Observations et analyses :

6-3-1- Mesure des dimensions des échantillons:

Les dimensions de chaque plante échantillonnée sont mesurées avant et lors de la coupe (au stade de coupe correspondant et en fonction du degré de sévérité de la coupe), ainsi que lors de la mesure de régénération au mois de mars 2009.

Ces mesures concernent la hauteur, la grande largeur et la petite largeur de chaque plante considérée afin de pouvoir mesurer le volume initial, le volume prélevé (coupé), le volume final et le volume régénéré.

Chaque plante est, géométriquement, assimilée à un tronc de cône et le calcul des volumes sus – cités est déterminé selon les formules suivantes :

- Volume initial :

$$V_i = [3,14 \times H_i \times (L_i^2 + L_i \times l_i + l_i^2)] / 3$$

V_i : volume initial ;

H_i : hauteur de la plante ;

L_i : grande largeur de la plante ;

li : petite largeur de la plante.

- Volume prélevé (coupé) : Vp déterminé à partir du volume initial en fonction du degré de sévérité de la coupe. On a, ainsi, trois catégories de volume prélevé correspondant aux trois types de coupes effectuées :

coupe sévère : $V_p = V_i \times 0,75$;

coupe modérée : $V_p = V_i \times 0,50$;

coupe légère : $V_p = V_i \times 0,25$.

- Volume final : mesuré au mois de mars 2009

$$V_f = [3,14 \times H_f \times (L_f^2 + L_f \times l_f + l_f^2)] / 3$$

Vf : volume final ;

Hf : hauteur final mesurée au mois de mars 2009 ;

Lf : Grande largeur mesurée au mois de mars 2009 ;

li : Petite largeur mesurée au mois de mars 2009.

- Volume régénéré :

$$V_r = V_f - (V_i - V_p)$$

Vr : volume régénéré ;

Vf : volume final ;

Vi : volume initial ;

Vp : volume prélevé

- Taux de régénération de la phytomasse : calculé à partir du rapport du volume régénéré sur le volume prélevé.

$$TR = V_r / V_p \times 100$$

TR : taux de régénération ;

Vr : volume régénéré ;

Vp : volume prélevé.



Fig. n°14 : Coupe sévère



Fig. n°15: Coupe modérée



Fig. n°16 : Coupe légère

6-3-2- Dosage de l'eau et de la matière sèche :

Les échantillons prélevés sont pesés sur champ pour obtenir le poids frais de la matière verte afin de limiter la perte d'humidité lors du transport des plantes jusqu'au laboratoire.

Ensuite, les échantillons sont passés à l'étuve réglée à une température de 105°C pendant 24 heures jusqu'à obtention d'un poids constant. La pesée à la sortie de l'étuve fournit le poids sec.

Le taux de matière sèche est exprimé en pourcentage (%) du poids de l'échantillon brute par la formule suivante :

$$H = [(E - M)/E] \times 100$$

$$M.S. = 100 - H$$

H : taux d'humidité exprimé en % ; M : Poids de l'échantillon après étuve ;
 E : Poids initial de l'échantillon ; $M.S.$: taux de matière sèche exprimé en %.

Dans le cadre de cette étude, la matière sèche a été évaluée pour chaque coupe (matière sèche prélevée) ainsi que pour la régénération (matière sèche régénérée). Un taux de matière sèche régénérée (MSREG %) est, ensuite, calculé par l'expression du rapport de la matière sèche régénérée à la matière sèche prélevée.

$$\text{MSREG (\%)} = \text{MSR}/\text{MSP}$$

MSREG (%) : Taux de matière sèche régénérée ;

MSR : Quantité de matière sèche régénérée ;

MSP : Quantité de matière sèche prélevée ;

6-3-3- Analyses statistiques :

Le logiciel STATISTICA a été utilisé pour :

- Ø L'analyse de la variance afin de déterminer la signification de l'effet des facteurs type de coupe et stade phénologique sur le taux de matière de régénération des plantes ainsi que le taux de matière sèche régénérée ; et
- Ø L'élaboration des modèles d'équations mathématiques régissant le taux de régénération et de la matière sèche régénérée dans le cas du parcours de Darmoune.

Chapitre VII : Résultats et discussions

7-1- Taux de régénération de la phytomasse :

7-1-1- Effet du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse :

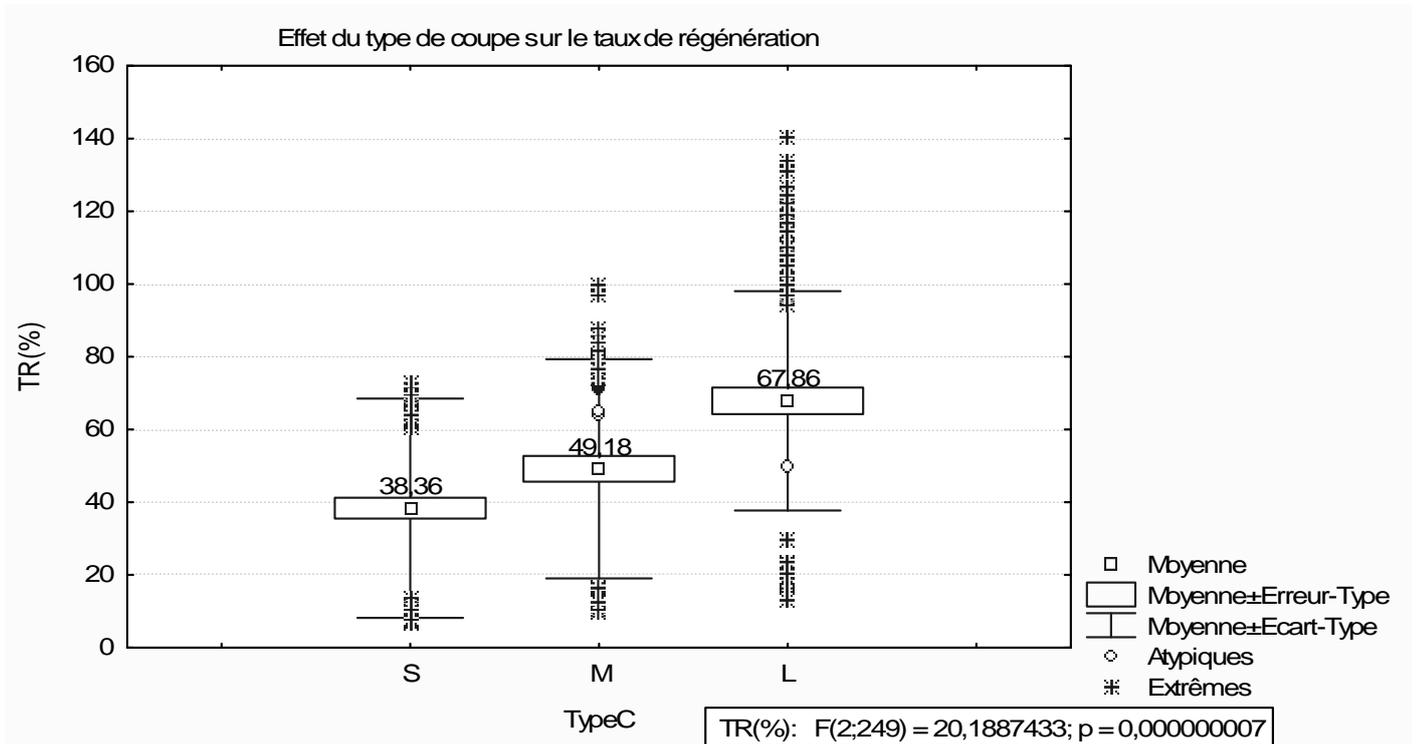


Fig. n° 17 : Graphique de l'effet du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse

Un effet significatif du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse est enregistré au seuil de confiance 5% et les résultats du graphique n°17 montrent que c'est la coupe légère qui a eu l'effet le plus important sur le taux de régénération de la phytomasse alors que l'effet le plus faible est celui de la coupe sévère.

Les valeurs extrêmes sont attribuées à l'hétérogénéité des individus de l'échantillonnage. L'expérimentation s'est déroulée dans un parcours où les plantes de *Salsola vermiculata* L. sont autochtones de différents âges et ayant subi l'effet conjugué d'un pacage systématique et d'une période de sécheresse de trois années avant la mise en défens du parcours provoquant, ainsi, un déséquilibre manifeste dans leurs croissance et développement. Les dimensions et la vigueur varient considérablement au sein de la population de *Salsola vermiculata* L. formant l'espèce dominante du parcours.

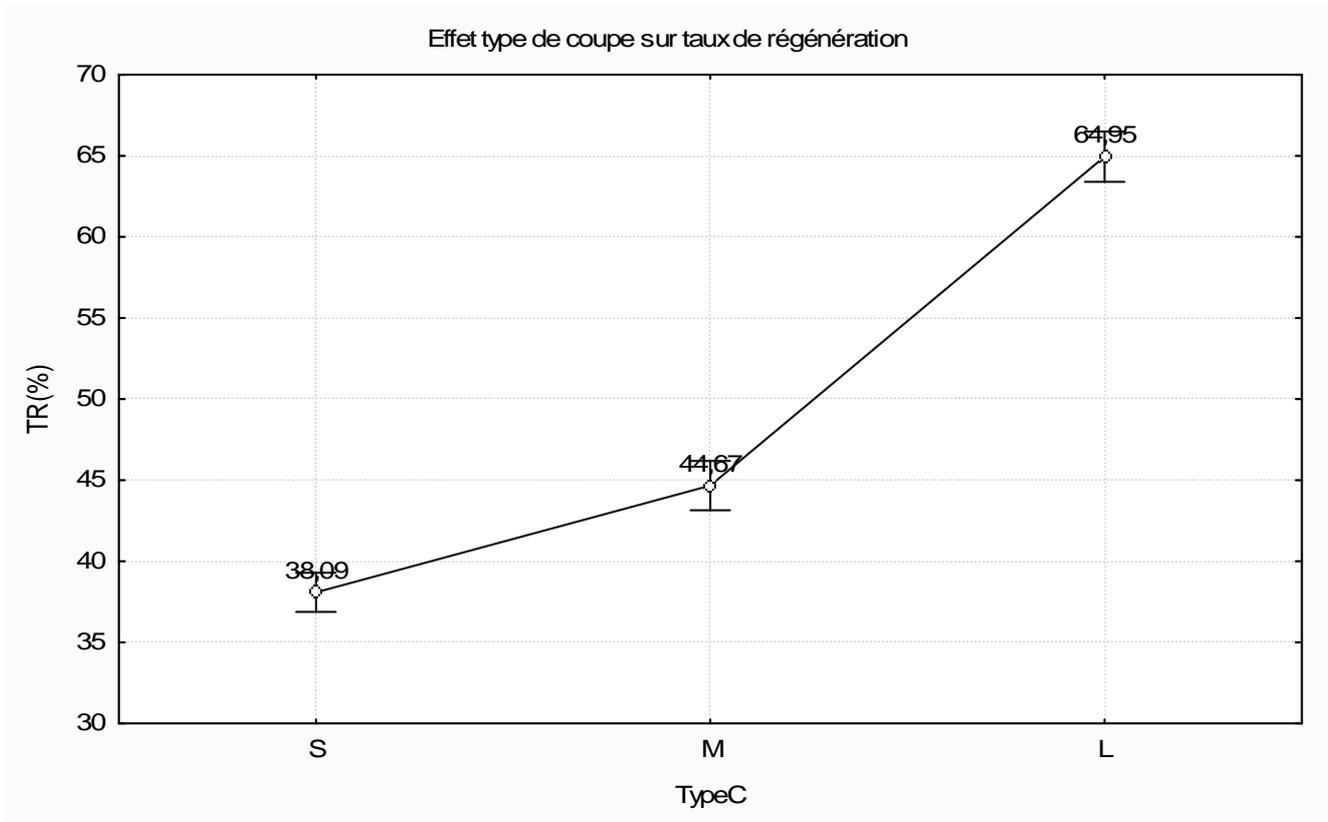


Fig. n°18 : Courbe de l'effet du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse.

Les résultats illustrés par le graphique n°18 montrent que le taux de régénération de la phytomasse le plus élevé est enregistré dans le cas de la coupe légère (L). La différence avec la coupe moyenne (M) est de l'ordre de 20%, alors qu'elle est nettement supérieure avec la coupe sévère (S) et atteint une valeur de 27%.

Cet effet du degré de sévérité de la coupe renvoi au choix du type de package sur le parcours steppiques naturels à *Salsola vermiculata* L. obéissant aux mêmes conditions écologiques que celles de Darmoune, qui doit raisonner la charge animale appliquée par rapport à l'aptitude du parcours à se régénérer afin de prévenir toutes formes de dégradations néfastes, aussi bien, sur le plan écologique que sur le plan socio-économique par la limitation des possibilités de l'élevage dans ce type de parcours.

7-1-2- Effet du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse :

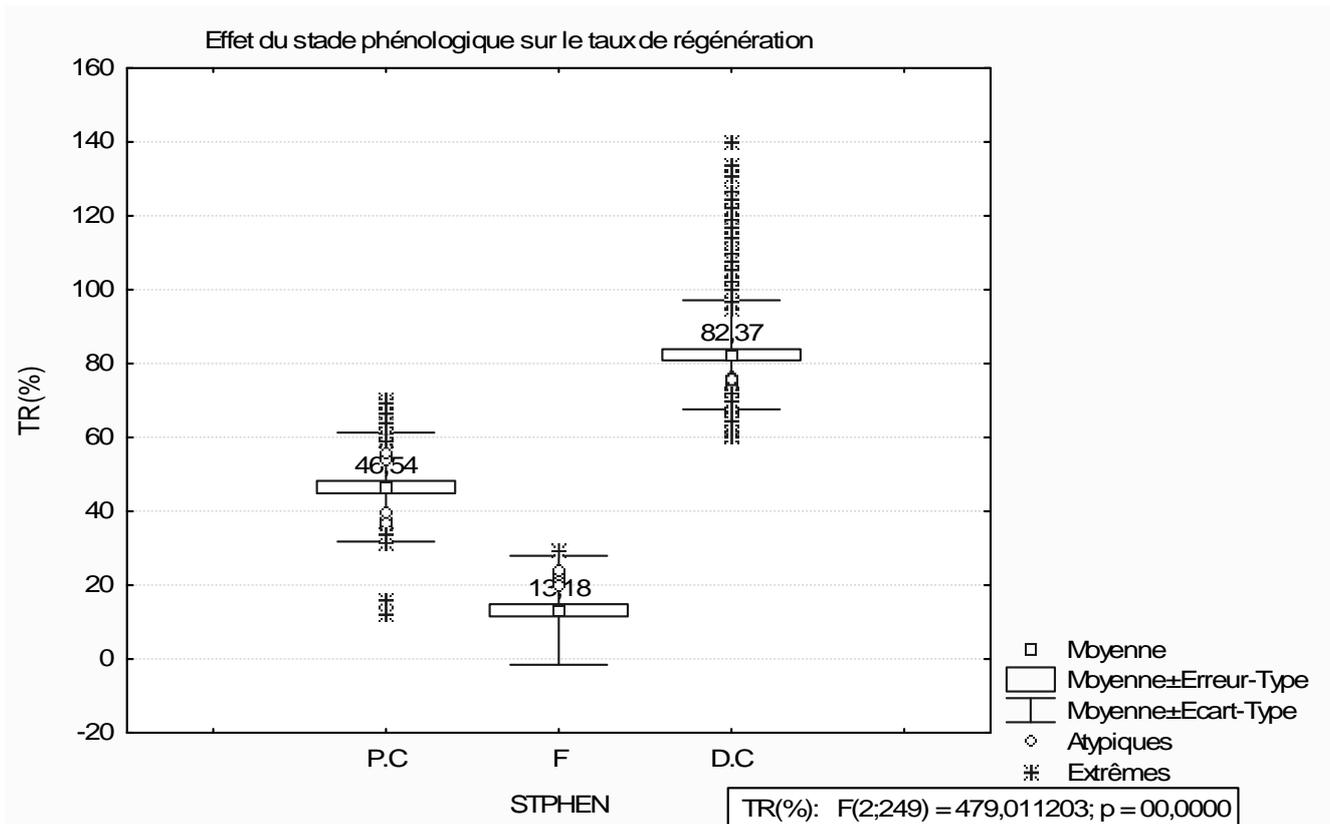


Fig. n°19 : Graphique de l'effet du Stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse.

Dans le cas de cette étude, il a été enregistré un effet significatif du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse au seuil $\alpha = 0,05$.

Les résultats illustrés par le graphique de la figure n°19 montrent que l'effet le plus important est enregistré au niveau du stade phénologique début croissance et l'effet le plus faible au niveau du stade phénologique fin croissance.

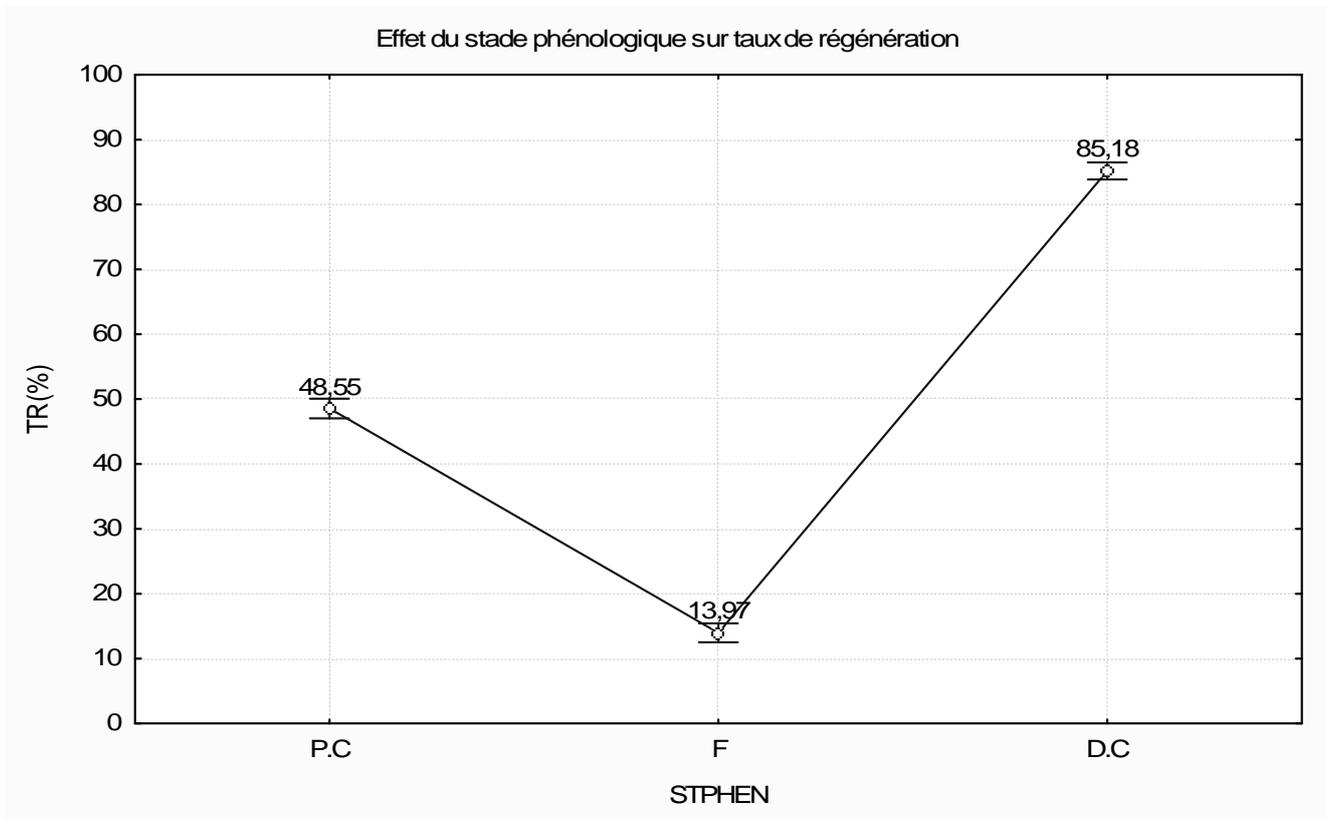


Fig. n°20 : Courbe de l'effet du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse.

L'effet du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse dont les résultats sont ci-dessus illustrés par la courbe de la figure n°20, est en faveur du stade de début de croissance (D.C) nettement supérieur à celui des deux autres stades.

Les différences observées allant de 36,63% avec le stade plein croissance (P.C) à 72,21% avec le stade fin de croissance (F) peuvent relever de la durée entre la coupe et la date de mesure de la régénération.

Cette durée est de 12 mois pour le stade début de croissance (D.C), 09 mois pour le stade plein croissance (P.C) et de 06 mois pour le stade fin de croissance (F). Les résultats relatifs aux deux autres stades pourraient être supérieurs aux valeurs observées, si la mesure était effectuée sur une période plus étalée.

Toutefois, dans les conditions de notre expérimentation la durée mise par l'espèce *Salsola vermiculata* L. pour se rapprocher de son potentiel productif initial est celle correspondante au stade début croissance, c'est-à-dire la plus longue possible. Cette tendance plaide pour une exploitation unique au cours de l'année si l'utilisation par le cheptel doit se faire à ce stade.

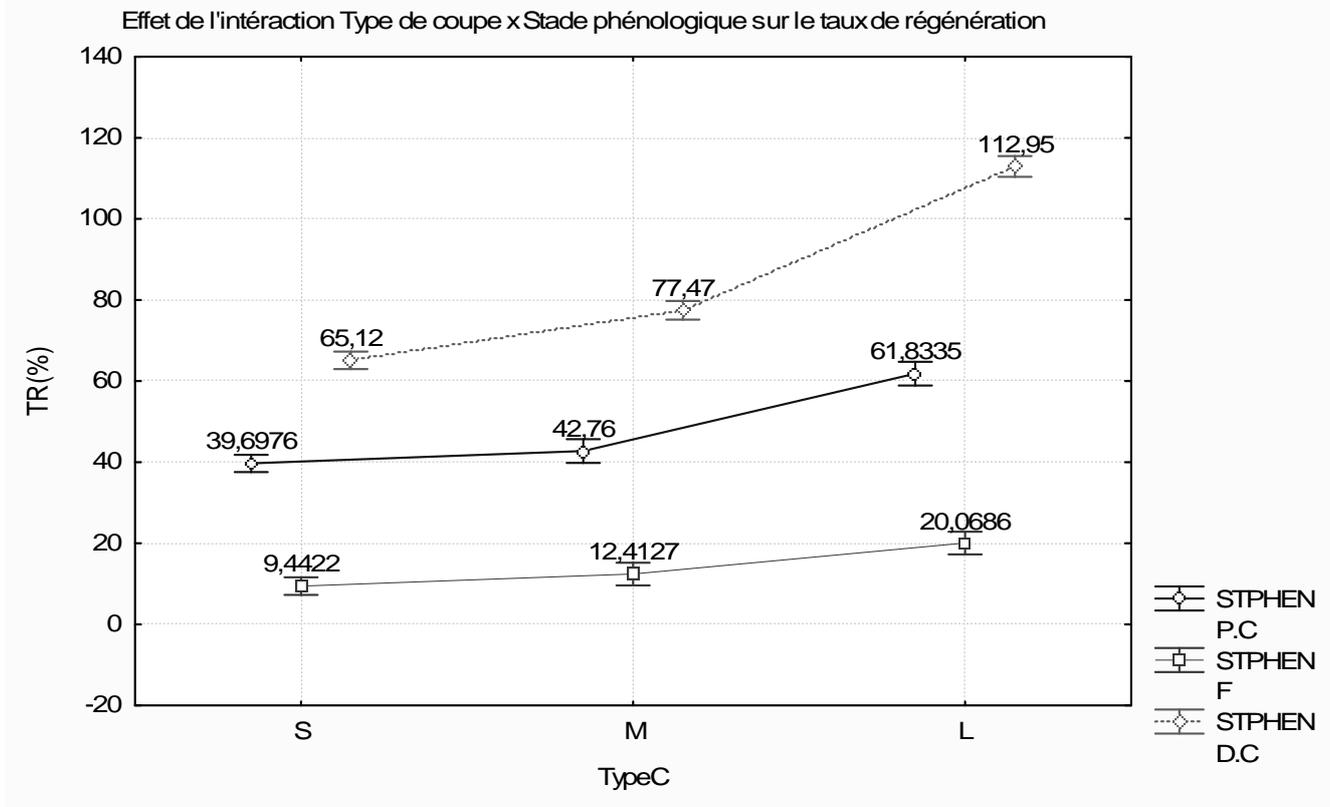


Fig. n° 21 : Courbes de l'effet de l'interaction du type de coupe et du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse.

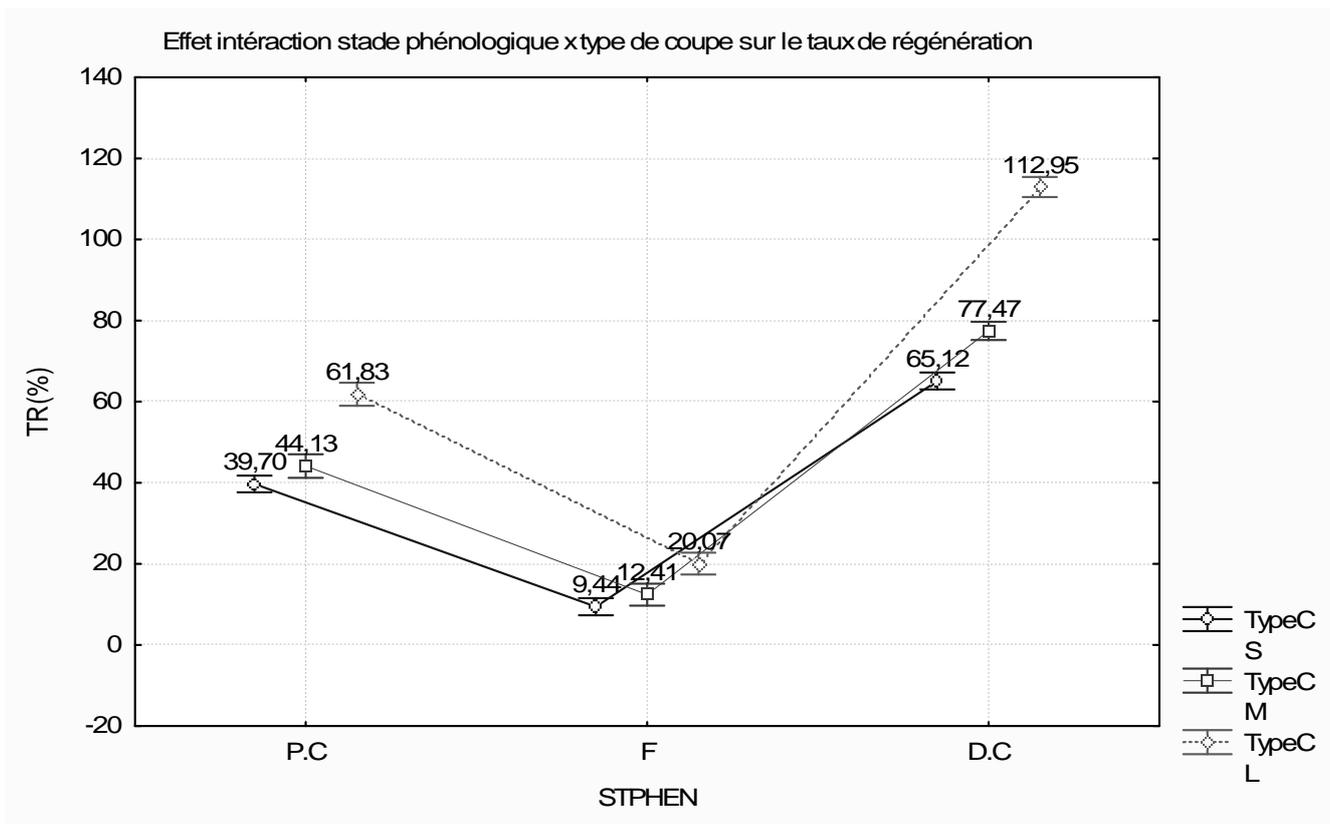


Fig. n° 22 : Courbes de l'effet de l'interaction du stade phénologique et du type de coupe sur le taux de régénération de la phytomasse.

Les effets de l'interaction du type de coupe et du stade phénologique illustré par les courbes des graphiques n° 21 et n°22, confirment la tendance en faveur de la coupe légère pour l'ensemble des stades phénologiques avec une prépondérance du stade début croissance (D.C) suivi du stade plein croissance (P.C) et enfin du stade fin croissance (F).

Les valeurs enregistrées indiquent que la coupe légère effectuée au stade début croissance (D.C) permet une bonne récupération du potentiel productif du parcours qui peut dépasser le taux de 100%. Ceci implique que le cheptel peut rester à son niveau de départ ce qui permettrait le maintien d'activité d'élevage sans répercussion négative sur le parcours.

Les coupes modérées et sévères du stade début croissance conduisent à des taux de régénération de la phytomasse appréciables relativement aux autres résultats des deux autres stades, mais ne permettent pas le recouvrement de tout le potentiel productif du parcours avec une répercussion directe sur la charge animale et l'activité d'élevage.

Ces résultats montrent que la durée de mise en repos d'un parcours à *Salsola vermiculata* L. dans des conditions similaires à celles de notre expérimentation doit tourner autour de 12 mois si le stade d'exploitation choisi est le début de croissance, c'est-à-dire correspondant au départ de la végétation au printemps. Cette durée de repos peut varier en fonction des conditions écologiques du parcours considéré.

Effet	S.C.	D.D.L	M.C	F	P
Type de coupe	30829,6	2	15414,8	371,95	0,00
Stade phénologique	212883,3	2	106441,6	2568,38	0,00
Type C x Stdphen.	10843 ,9	4	2708,7	65,36	0,00
Erreur	10070,7	243	41,4		

Tableau n° 8 : Analyse de la variance de l'effet de coupe et du stade phénologique sur le taux de régénération de la phytomasse

L'analyse de la variance confirme l'effet significatif des deux facteurs type de coupe et stade phénologique, ainsi que leur interaction, sur le taux de régénération de la phytomasse de l'espèce *Salsola vermiculata* L. dans les conditions écologiques du parcours de Darmoune pour la période avril 2008 – mas 2009.

Cet effet significatif enregistré dans les conditions d'expérimentation implique que la régénération de ce parcours dépend, étroitement, du type de coupe qui désigne le degré de sévérité de pacage et du stade phénologique qui exprime le stade de croissance de la plante exploitée par l'animal. Ceci

permettrait d'orienter le choix sur la période d'exploitation du parcours et de raisonner la charge animale à appliquer afin de permettre au parcours de recouvrer son potentiel pastoral productif suivant un modèle établi en fonction des données relatives à l'espèce (ou aux espèces) végétale (s) qui constitue (ent) le cortège floristique de ce parcours.

7-2- Matière sèche :

Sur le graphique n°23, faisant ressortir les résultats de la quantification de la matière sèche prélevée et régénérée, les valeurs montrent que les plus grandes quantités sont réalisées avec le stade phénologique fin croissance, suivi du stade début croissance et enfin du stade plein croissance. Elles sont plus élevées pour la coupe sévère dans tous les stades phénologiques.

Pour les quantités de matière sèche prélevée, ces résultats pourraient relever de l'accumulation des réserves au cours du stade fin croissance au niveau des différents organes de la plante en fin du cycle biologique. Le stade début croissance correspond à la phase de levée de dormance et au démarrage de l'activité de la sève et le taux d'humidité dans la plante n'est pas encore élevé, alors que pour le stade plein croissance l'activité photosynthétique est forte ce qui induirait une grande activité de la sève et le taux d'humidité dans la plante est, par conséquent, élevé.

Les résultats de Bouhrik A. G. (1996) montrent, à l'inverse de notre étude, que la quantité de matière sèche est plus élevée au stade début croissance qu'au stade fin croissance. Cette différence entre les résultats pourrait relever des conditions dans lesquelles sont effectuées les expérimentations.

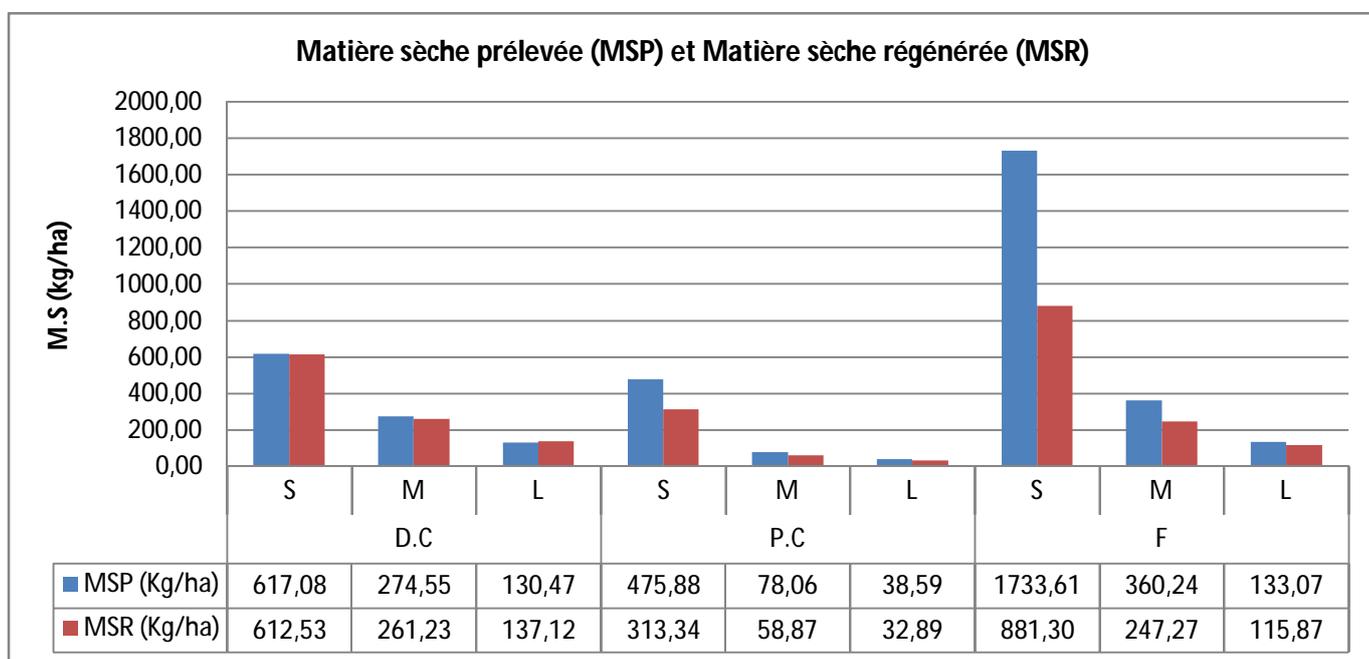


Fig. n°23 : Histogramme des quantités de matière sèche prélevée (MSP) et de matière sèche régénérée (MSR) par hectare.

Le graphique montre, également, que la quantité régénérée est plus élevée dans le cas du stade phénologique début croissance dont les valeurs se rapprochent de la quantité de matière sèche prélevée pour tous les types de coupes, alors qu'elle est moindre pour les deux autres stades et notamment la fin croissance.

Pour les types de coupes, les résultats sont plus élevés pour la coupe légère dont les valeurs dépassent celle de la quantité prélevée dans le cas du stade phénologique début croissance.

Pour mieux approcher l'expression de la matière sèche régénérée, nous avons établi le rapport entre la quantité de matière sèche prélevée et celle régénérée exprimé par le taux de matière sèche régénérée (MSREG). L'importance de ce taux réside dans le fait d'éviter un jugement basé sur les quantités de matière sèche en valeur absolue et loin du comportement général du parcours en réponse aux facteurs définis par l'expérimentation.

7-2-1 Effet du type de coupe sur le taux de régénération de la matière sèche :

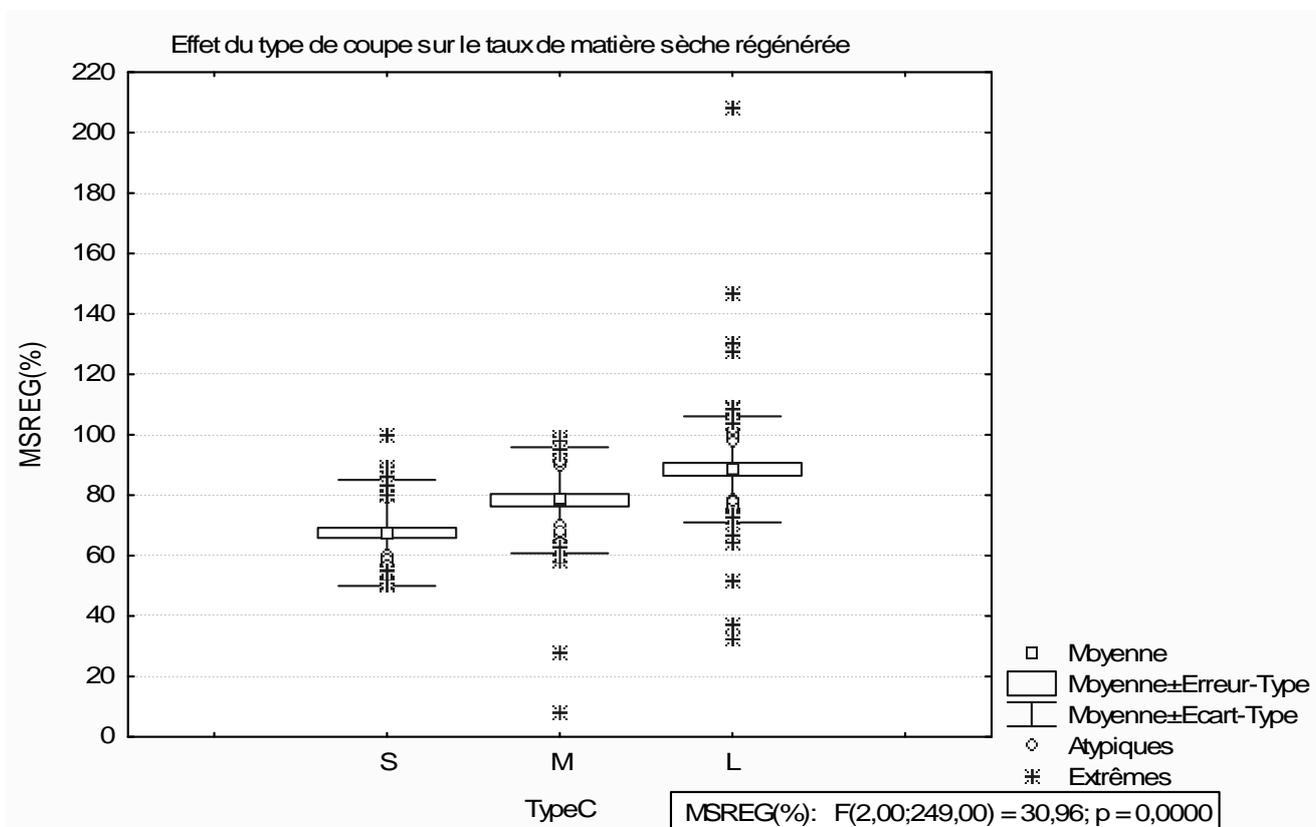


Fig. n°24 : Graphique de l'effet du type de coupe sur le taux de matière sèche régénérée.

La lecture des résultats du graphique n°24 permet de conclure que le meilleur taux de matière sèche régénérée est enregistré dans le cas de la coupe légère.

Toutefois c'est au niveau de la coupe légère et de la coupe moyenne qu'enregistre le plus grand nombre de valeurs extrêmes et qui relèvent, comme signalé plus haut, de l'hétérogénéité de notre échantillonnage.

La courbe du graphique n°25, ci-dessous, montre qu'en valeur moyenne le taux de matière sèche régénérée est plus élevé dans le cas de la coupe légère. Les différences enregistrées avec les deux autres types de coupes sont nettes : 12,35% avec la coupe modérée et 20,63 avec la coupe sévère. Cette tendance peut être attribuée à la capacité de *Salsola vermiculata L.* à mieux régénérer si la proportion des bourgeons prélevés ne dépasse pas 50% développée par Nefzaoui A. et El Mourid M. (2008).

Le prélèvement de la quantité de matière sèche qui permettrait une meilleure récupération de la production pastorale du parcours étudié serait, donc, celle correspondante à une exploitation permettant la conservation d'une quantité suffisante de bourgeons pour assurer la repousse des plantes de *Salsola vermiculata L.* afin de ne pas compromettre la prochaine exploitation de ce parcours. Les résultats de l'expérimentation sont en faveur d'un pacage léger dont le prélèvement ne dépasserait pas un taux de 25%.

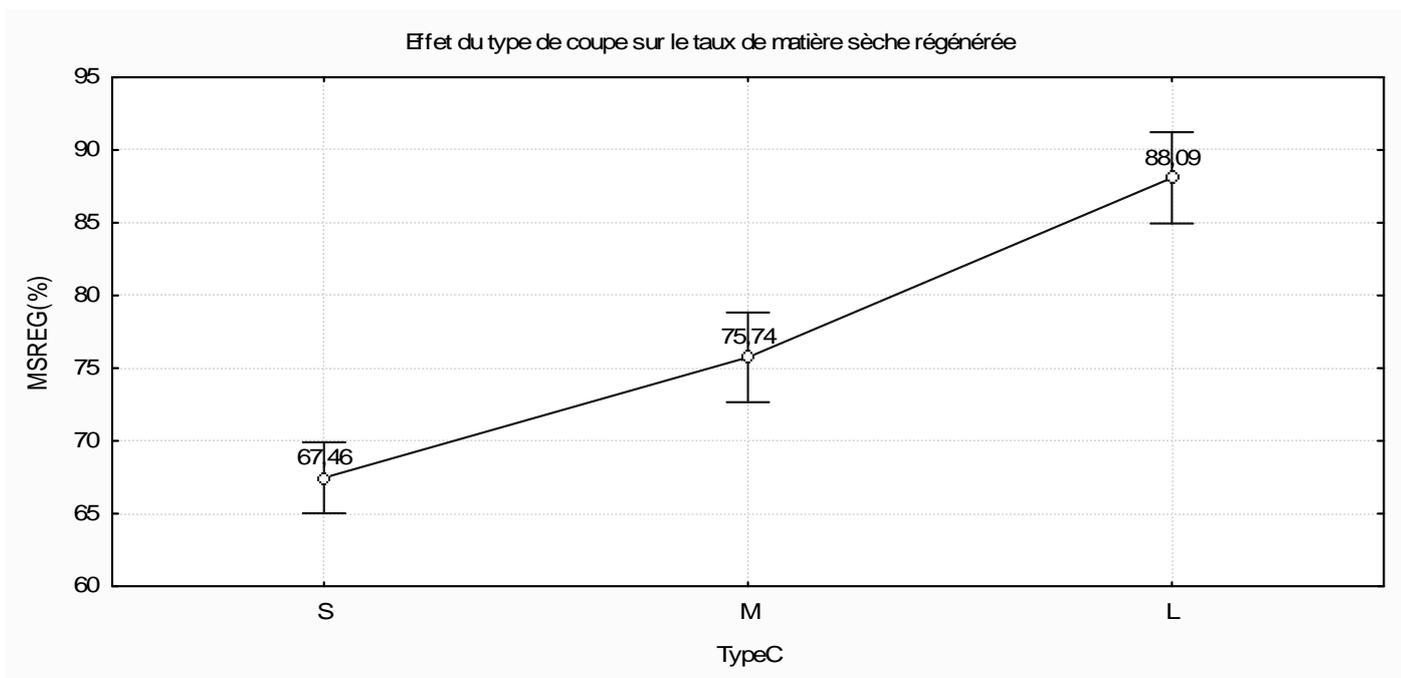


Fig. n°25 : Courbe de l'effet du type de coupe sur le taux de matière sèche régénérée.

7-2-2- Effet du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée :

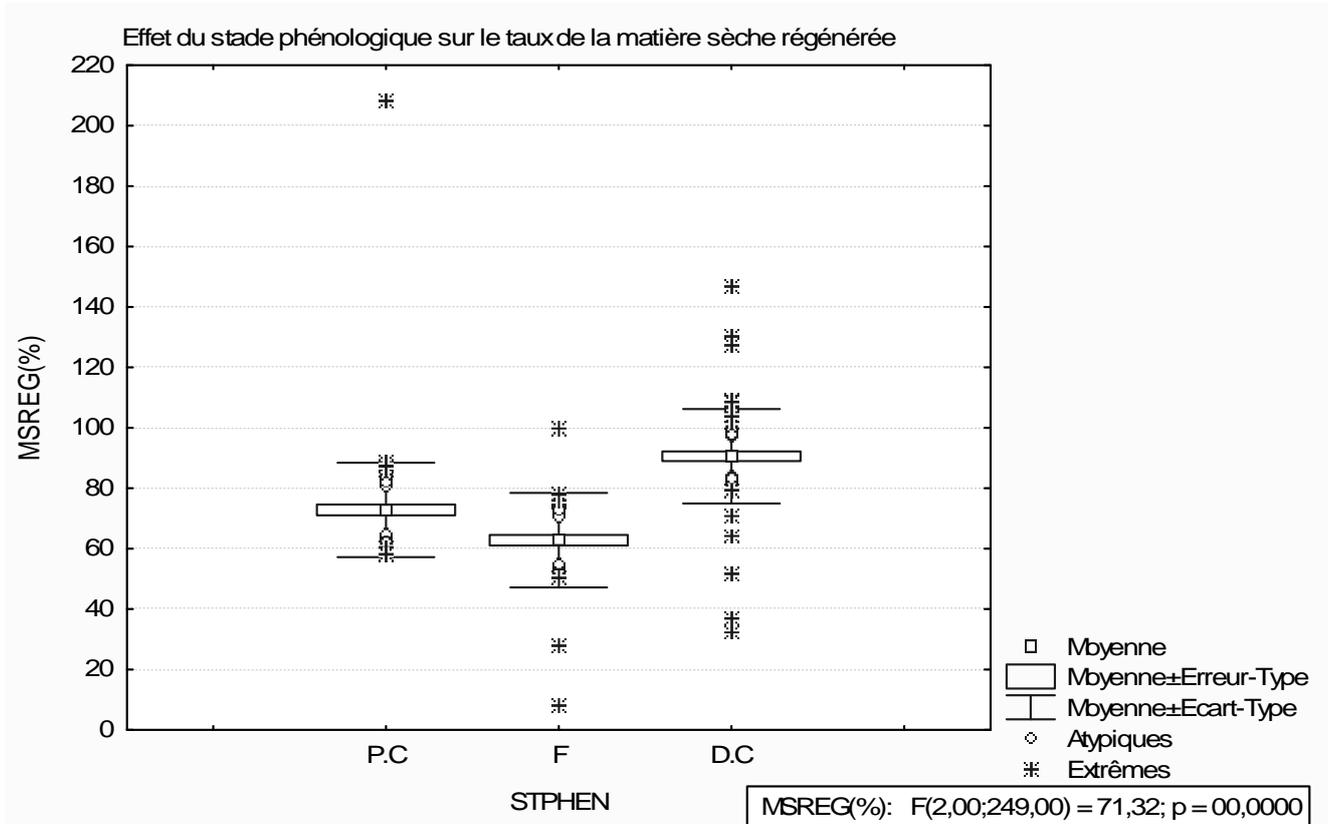


Fig. n° 26 : Graphique de l'effet du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.

Les résultats du graphique n°26 montrent que le stade début croissance serait le plus favorable à la régénération de la production de matière sèche, suivi du stade plein croissance et enfin du stade fin croissance.

Dans les conditions de notre expérimentation, ces résultats sont attribués à la durée mise par la plante pour régénérer après la coupe et qui est de 12 mois pour le stade début croissance, 9 mois pour le stade plein croissance et 6 mois pour le stade fin croissance.

Ceci démontre que pour le cas du parcours étudié, la durée de mise en repos après chaque exploitation est importante. Plus cette durée est grande mieux est la régénération du potentiel productif de ce parcours. Des exploitations successives au cours de l'année pourraient compromettre le recouvrement de la capacité productive du parcours, notamment, si cette exploitation n'est pas contrôlée comme le cas des parcours ouverts au pacage libre durant toute l'année aboutissant à une dégradation sévère du couvert végétal palatable ce qui augmenterait le risque de perte des ressources naturelles de ce parcours.

La prédominance de l'effet du stade phénologique début croissance sur le taux de matière sèche régénérée est confirmée par les résultats du graphique n°27, ci-dessous, et qui montrent que le taux enregistré à ce stade est nettement supérieur à ceux enregistrés aux deux autres stades. Les différences sont de l'ordre de 15,70% par rapport au stade plein croissance et de 27,12% par rapport au stade fin croissance.

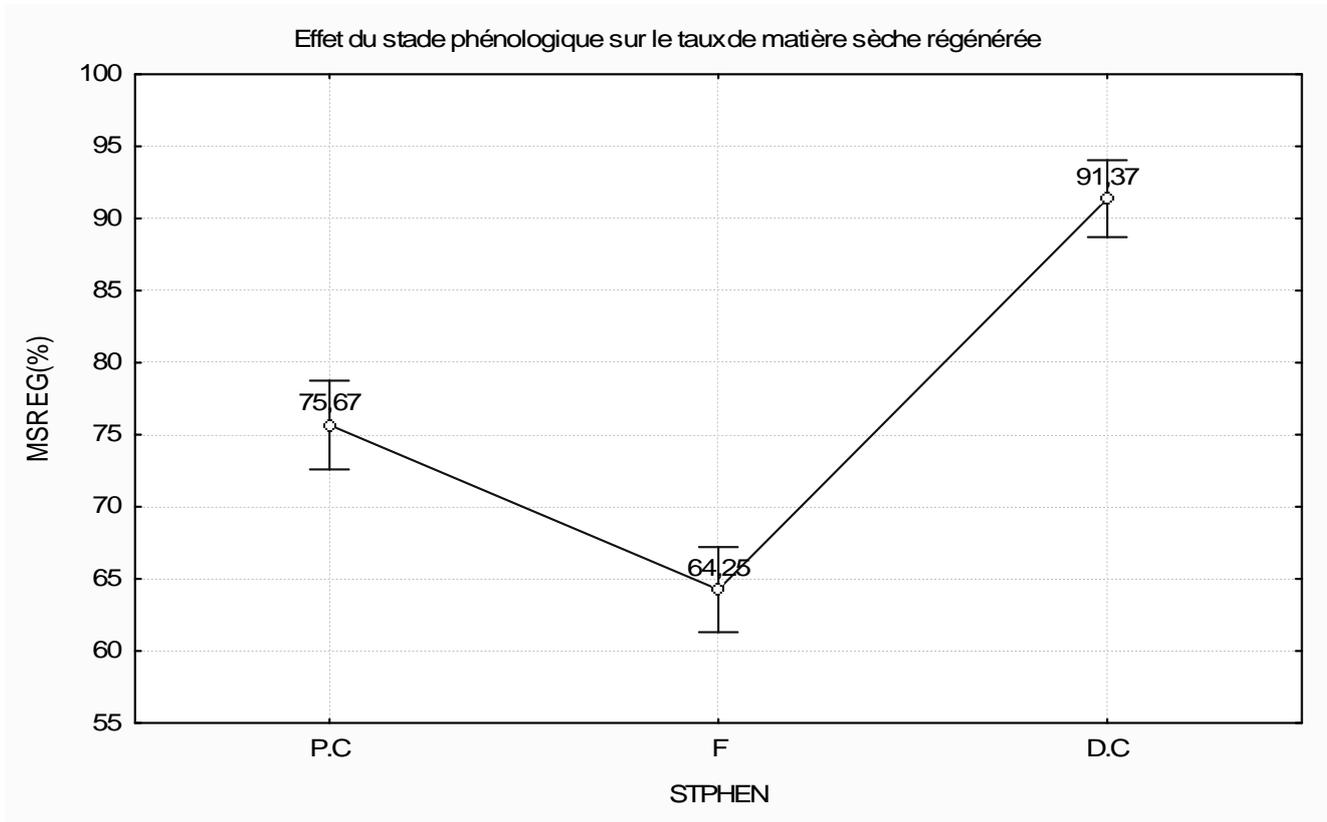


Fig. n°27 : Courbe de l'effet du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.

Les résultats de l'interaction entre le type de coupe et le stade phénologique portés sur le graphique n°28, démontrent une prédominance du stade phénologique début croissance pour tous les types de coupe dans les conditions de notre expérimentation. La durée de mise en repos après l'exploitation serait, encore une fois, l'hypothèse la plus déterminante dans la régénération de la production de la matière sèche chez l'espèce *Salsola vermiculata* L. dans le cas de notre parcours. Nefzaoui A. et EL Mourid M. (2008), signalent l'importance de la durée entre deux exploitations successives des parcours steppiques à dominance d'arbustes fourragers dans la régénération de la production fourragère à travers le stockage d'une quantité adéquate de réserves dans les organes de la plante.

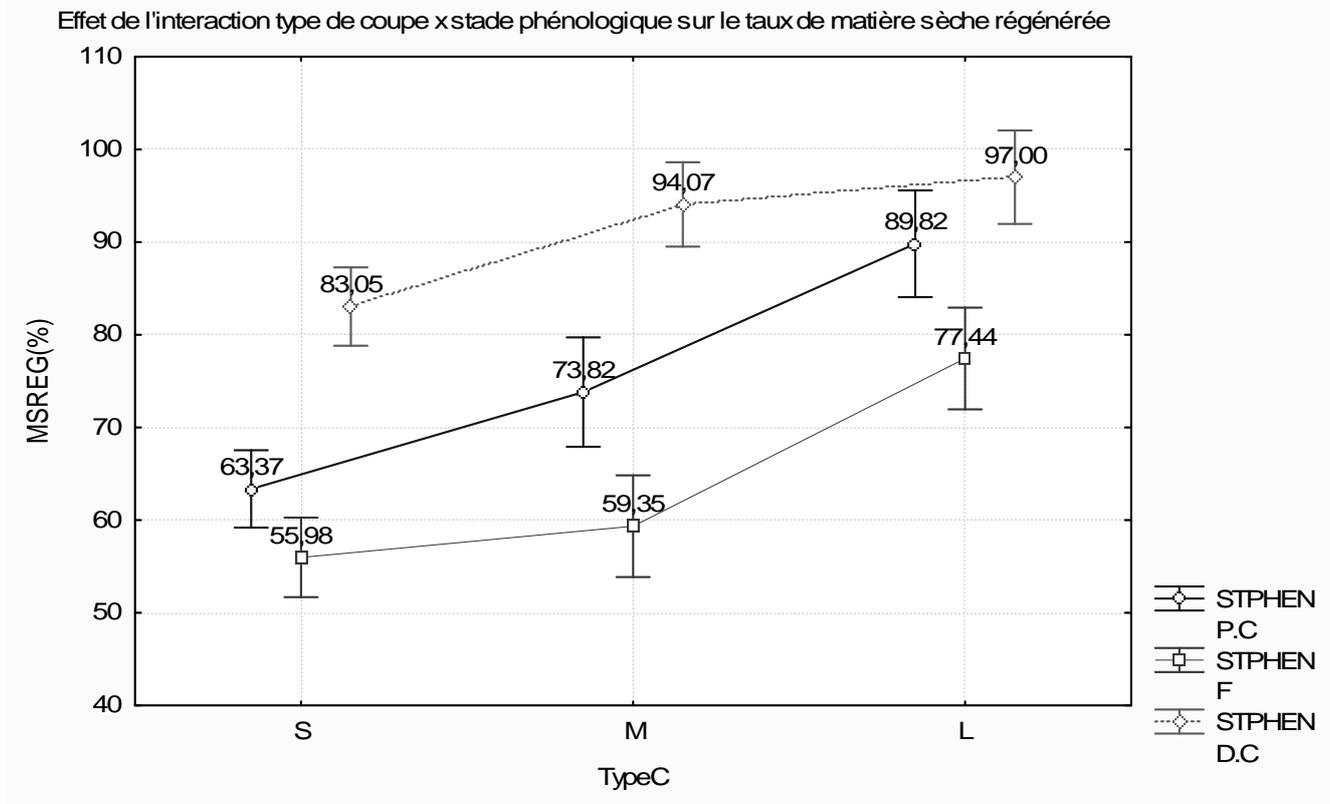


Fig. n° 28 : Courbes de l'effet d'interaction du type de coupe et du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.

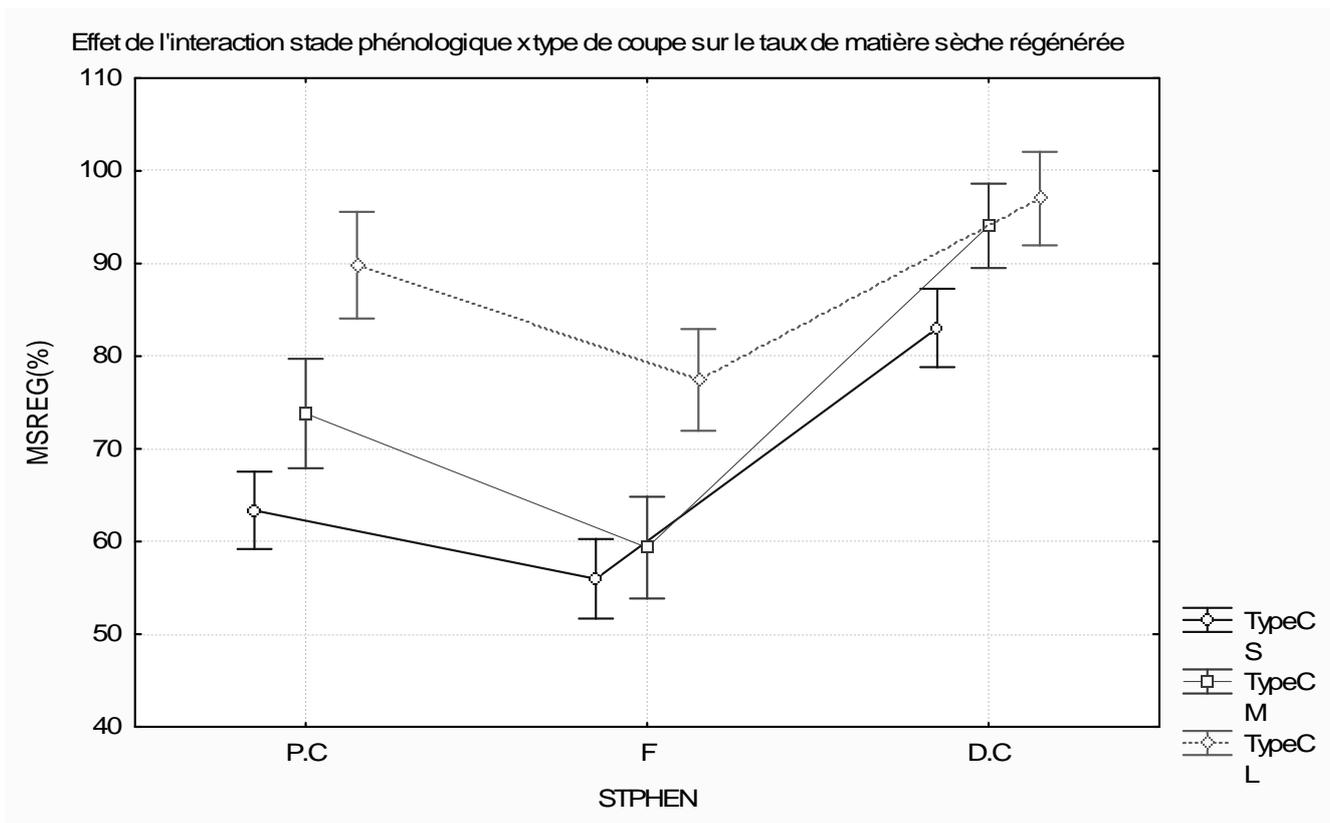


Fig. n°29 : Courbes de l'effet d'interaction du stade phénologique et du type de coupe sur le taux de matière sèche régénérée.

Sur le graphique n°28, les résultats démontrent que l'effet le plus important sur le taux de matière sèche régénérée résulte de la coupe légère pour tous les stades phénologiques ce qui confirmerait que plus le nombre de bourgeons conservés sur la plante est élevé, plus est importante la régénération. Alors que les courbes de la figure n° 29 consolident l'effet du stade phénologique début croissance qui présente le meilleur taux de matière sèche régénérée dans les conditions de notre étude.

L'analyse de la variance confirme l'effet significatif des facteurs type de coupe et stade phénologique sur le te taux de matière sèche régénérée (MSREG) au seuil = 0,05. L'interaction entre le type de coupe et du stade phénologique est, également, significative.

Effet	S.C.	D.D.L	M.C	F	P
Type de coupe	17819	2	8909	52,23	0,00
Stade phénologique	31334	2	15667	91,84	0,00
Type C x Stdphen.	2180	4	545	3,19	0,01
Erreur	41453	243	171		

Tableau n° 9 : Analyse de la variance de l'effet de coupe et du stade phénologique sur le taux de matière sèche régénérée.

Il semblerait que l'effet de type de coupe et du stade phénologique ainsi que de leur interaction sur la matière sèche est un caractère commun dans l'exploitation des chénopodiacées des parcours steppiques. Hamdi W. et Ziani H. (2000) ont enregistré un effet significatif de ces facteurs sur la teneur en matière sèche des feuilles des *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* dans la région des parcours steppiques de la commune de Thlidjène (W. Tébessa).

7-3- Modèles d'équations mathématiques du taux de régénération de la phytomasse et du taux de matière sèche régénérée :

La recherche de modèles d'équations mathématiques prévisionnelles basés sur des facteurs, facilement, quantifiable sur terrain, permettrait la mise en place d'outils importants dans l'aide à la décision relative à la gestion et l'aménagement des parcours steppiques naturels.

Les modèles recherchés dans notre étude visent la quantification du taux de régénération de la phytomasse et du taux de matière sèche régénérée du parcours de Darmoune pour chaque type de coupe (degré de sévérité de coupe).

Le taux de régénération de la phytomasse (TR) est évalué en fonction des hauteur de coupe (HC), grande largeur de coupe (GLC) et petite largeur de coupe (PIC).

Le taux de matière sèche régénérée (MSREG) est évalué en fonction des hauteur de régénération (HR), grande largeur de régénération (GLR) et petite largeur de régénération (PIR).

7-3-1- Taux de régénération de la phytomasse (TR) :

L'analyse de régression fait ressortir les résultats suivants :

Type de coupe	Equation mathématique	R	R ²	P
Sévère	$TR(\%) = 52,81 + 0,70(HC)^2 + 0,95(GLC)^2 + 0,24(PIC)^2$	0,81	0,66	0,005
Modérée	$TR(\%) = 61,24 + 0,67(HC)^2 + 0,59(GLC)^2 + 1,6(PIC)^2$	0,75	0,57	0,001
Légère	$TR(\%) = 49,10 - 8,9(1/HC) + 0,48(1/GLC) + 1,47(1/PIC)$	0,69	0,48	0,01
Toutes	$TR(\%) = 66,74 + 0,67HC + 0,62GLC - 1,4PIC$	0,60	0,36	0,005

Tableau n°10 : Modèles d'équations mathématiques du taux de régénération de la phytomasse.

Le taux de régénération de la phytomasse pour la coupe sévère et la coupe modérée suit une fonction quadratique des dimensions mesurées de la plante, et une fonction hyperbolique dans le cas de la coupe légère.

Pour l'ensemble des coupes le taux de régénération de la phytomasse est une fonction linéaire des dimensions de la plante.

L'étude de Salah S. Tag El Din (1994), aboutît aux résultats ci-dessous :

Type de coupe	Equation mathématique
Sévère	$Yc = -1,30 + 39,30\log X_1 + 33,01\log X_2 - 27,7\log X_3$
Modérée	$Yc = -66,5 X_1^2 + 2,53X_2^2 - 14,8 X_3^2$
Légère	$Yc = -96,30 + 3,1 X_1^2 + 2,64 X_2^2 + 28,6 X_3^2$
Toutes	$Yc = 14,4 + 2,1X_1 + 1,1X_2 - 2,45X_3$

X_1 : hauteur de coupe. X_2 : grande largeur de coupe. X_3 : petite largeur de coupe.

Tableau n° 11 : Modèles d'équations mathématiques du taux de régénération de la phytomasse (Salah S. Tag El Din, 1994).

Il faut noter que le travail de Salah S. Tag El Din a été effectué sur des échantillons de plantes de *Salsola vermiculata* L. élevées en pépinière puis transplantées en parcours ce qui leur confère plus d'homogénéité que celles utilisées dans notre étude qui sont autochtones et hétérogènes dans leurs âges et dimensions.

Toutefois, les deux études font ressortir que pour l'ensemble des coupes, le taux de régénération de la phytomasse peut être quantifié selon une fonction linéaire des dimensions de la plante.

Les résultats de notre étude sur le parcours de Darmoune ne peuvent être considérés comme modèles définitivement établis pour la quantification du taux de régénération de la phytomasse en raison de l'insuffisance de durée d'étude qui ne permettait pas la validation de ces modèles afin de confirmer leur véracité.

7-3-2- Taux de matière sèche régénérée (MSREG) :

Dans notre étude le taux de matière sèche régénérée (MSREG) est une fonction logarithmique des dimensions de la plante pour les coupes sévère et légère et quadratique pour la coupe modérée. Pour l'ensemble des coupes, ce taux suit une fonction hyperbolique comme illustré ci-dessous :

Type de coupe	Equation mathématique	R	R ²	P
Sévère	$MSREG(\%) = 112,16 + 0,84\log(HR) - 0,56\log(GLR) + 0,21\log(PIR)$	0,86	0,74	0,001
Modérée	$MSREG(\%) = 77,84 + 0,84(HR)^2 + 0,14(GLR)^2 + 0,77(PIR)^2$	0,65	0,42	0,001
Légère	$MSREG(\%) = 94,03 - 3,83\log HR + 0,23\log GLR - 4,5\log PIR$	0,69	0,48	0,001
Toutes	$MSREG(\%) = 89,78 - 0,89(1/HR) + 0,74(1/GLR) + 0,38(1/PIR)$	0,69	0,48	0,001

L'absence d'autres résultats ne permet pas d'effectuer des comparaisons et conduit à conclure que les résultats de notre étude ne peuvent être considérés comme modèles définitifs pour les mêmes raisons citées plus haut pour le taux de régénération de la phytomasse.

Conclusion générale

Au terme de cette étude, les conclusions qui pourraient être soulignées sont les suivantes :

- Ø Le type de coupe et le stade phénologique ont un effet significatif sur les taux de régénération de la phytomasse (TR) et du taux de matière sèche régénérée (MSREG) ce qui permettrait de dire que l'exploitation de ce type de parcours et dans les mêmes conditions obéit au choix du stade phénologique et du degré de sévérité du pacage par la maîtrise de la charge animale par unité de surface.
- Ø La coupe légère s'avère la plus concluante pour tous les stades phénologiques ce qui impliquerait une maîtrise de la charge animale appliquée et de la durée de pacage. La coupe moyenne ne permettrait pas la même régénération mais pourrait être appliquée si la durée de mise en repos serait de l'ordre d'une année après l'exploitation, alors que la coupe sévère n'a permis en aucun cas d'enregistrer des résultats performants quant à la régénération et la durée de récupération serait, encore, plus longue que celle d'une année.
- Ø Le stade phénologique début croissance a enregistré les meilleurs taux de régénérations pour tous les types de coupes. Ce résultat permet, simplement, de conclure qu'une durée de repos d'une année après l'exploitation serait très bénéfique au recouvrement du potentiel productif de ce type de parcours. Des résultats similaires pourraient être enregistrés avec les autres stades phénologiques si la durée de l'étude avait été plus étalée.
- Ø Le taux de régénération de la phytomasse (TR) semble suivre un modèle mathématique prédictif selon une fonction quadratique pour les coupes sévère et modérée, et une fonction hyperbolique des facteurs mesurés (HC, GLC, PIC) si les coupes sont prises individuellement, alors qu'il suit une fonction linéaire des facteurs mesurés dans le cas général, c'est-à-dire lorsque les coupes sont mélangées.
- Ø La prédiction du taux de matière sèche régénérée (MSREG) suit, quant à elle, un modèle mathématique de fonction logarithmique pour les coupes sévère et légère, et de fonction quadratique pour la coupe modérée si les coupes sont prises individuellement, alors qu'elle est hyperbolique quand les coupes sont mélangées.
- Ø Les résultats enregistrés concernant les taux de régénération du parcours et de sa production en matière sèche plaident pour une exploitation unique par année, notamment en cas de coupe sévère. Ceci rend critiquable

l'application de la circulaire n° 1185 /MDB/97 du 04/11/1997 portant application de l'article 92 de la loi des finances 1997 modifié par l'article 44 de la loi des finances 2001 réglementant le pacage dans les parcours aménagés sur deux périodes en une année. Les résultats de notre étude montrent que le recouvrement du potentiel productif du parcours étudié ayant été mis en défens durant deux années, ne peut être atteint qu'après une période de 12 mois pour les coupes légère et modérée. Une double exploitation aurait des impacts plus sévères sur ce type de parcours, surtout, lors de période de sécheresse fréquentes dans la région.

La combinaison entre le degré de sévérité du pacage et le stade phénologique doit obéir au respect strict d'une régénération conduisant au maintien du niveau de production permettant la durabilité de l'activité d'élevage sans restriction sur le cheptel. Cette adéquation, base du schéma d'exploitation de ce parcours, peut être réalisée par un pacage léger ou modéré une seule fois durant l'année pour le cas du parcours étudié, selon l'une des alternatives suivantes :

- Ø L'organisation du parcours en paddocks (lots) de sorte que le retour sur le même paddock se ferait après une année ;
- Ø L'association de l'exploitation de ce parcours avec la transhumance, c'est-à-dire le retour du cheptel sur ce parcours durant une seule saison chaque année.

Néanmoins, il faut noter que les résultats de cette étude ne peuvent être pris pour une base de référence absolue compte tenu de la durée de déroulement de l'expérimentation d'une part et de la grande variation interannuelle de conditions climatiques d'autre part. L'espèce ou les espèces dominantes peuvent, également, influencer les résultats de l'expérimentation et, ainsi, modifier les modèles prévisionnels enregistrés par cette étude.

Toutefois, le mérite des résultats de cette étude est l'ébauche d'une approche permettant une nouvelle orientation dans la discipline du pastoralisme qui conduirait, après validation des résultats par d'autres études, de prévoir la tendance de la production fourragère et, par conséquent, l'établissement de modèles d'exploitation appropriés pour chaque type de parcours et en fonction des conditions écologiques qui le gouvernent.

La prédiction permettrait, également, d'éviter la surexploitation et la dégradation des parcours, corollaire de la désertification des régions steppiques.

Références bibliographiques

- 1- Aidoud A., 1989. Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes plaines algéro-oranaises – Algérie). Thèse doctorat d'Etat. Université Sci. Tech. Houari Boumediene. Alger, 240p. + annexes.
- 2- Aidoud A. and Nedjraoui D., 1992. The steppe of alfa (*Stipa tenacissima* L.) and their utilisation by sheep. Plant – animal interactions in mediterranean type ecosystems. MEDECOS VI. Greece, PP : 62-67.
- 3- Aidoud A., Le Floc'h E. Le Houérou H.N., 2006. Les steppes arides de l'Afrique du Nord. Sécheresse 17 (1-2), PP : 19-30.
- 4- Al Hartani E. and Fogel M., 1998. A simulation model for evaluating long term impacts of grazing practices. Drylands : sustainable use of rangelands into twenty first century. IFAD, PP : 139-150.
- 5- Bartolome J. W., 2006. Component of managed grazing and complexity of conducting grazing studies. CAL – PAC Society for Range Management Symposium – Grazing for biological conservation, PP : 1-4.
- 6- Batabyal A. A. and Godfrey E. B., 2002. Rangeland management under uncertainty : A conceptual approach. Journal of Range Management 55, 12-5.
- 7- Batabyal A. A., 2005. Necessary and sufficient conditions for the equivalence of economic and ecological criteria in range management. Journal of Economic Behavior and Organisation 56, 423-6.
- 8- Batabyal A. A. and Rohlin S. M., 2005. A theoretical perspective on managed rangelands and irreversible state. International Review of Economics and finance 14, 487-97.
- 9- Benrebiha A., 1984. Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : cas de la Coopérative Pastorale d'Ain Ouessara (W. Djelfa). Thèse de Magistère INA. El Harrache, 160p. + annexes.
- 10- Bouhrik A. G., 1996. Contribution à l'étude de la valeur nutritive de *Salsola vermiculata* – Composition chimique et digestibilité – dans la région d'El Outaya (W. Biskra). Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université Hadj Lakhder. Batna, 48p.
- 11- Dubief J., 1959. Le climat du Sahara. Mem. Inst. Rech. Sah. Alger, 312p.

- 12- Emberger L. et Chadefaud M., 1960. Traité de botanique systématique.T2. Fascicule 1 : Les végétaux vasculaire. Ed. Masson, PP : 570-575.
- 13- Fagouri M., El Abraoui M. et EL Helafi H., 1996. Les arbustes fourragers autochtones et introduites dans les parcours du Maroc oriental. Fodder shrubs Development in Arid and Semi-arid Zones. ICARDA (Séminaire 27 oct. – 02 nov. Hammamet – Tunisie), PP : 197-202.
- 14- Ferchichi A., 2004. La gestion et l'aménagement des parcours en milieux arides : des systèmes locaux de connaissance à la modélisation mathématique. IAMZ-CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes Vol. 62, PP : 381-393.
- 15- Gheraibia A. et Laouer N., 2000. Essai d'élaboration d'un schéma d'exploitation des parcours plantés par des atriplex dans le cadre des grands travaux. Mémoire d'ingénieur d'Etat. Centre Universitaire Cheikh Larbi Tebessi. Tébessa, 27p. + annexes.
- 16- Hamdi W. et Ziani H., 2000. Contribution à l'estimation de la valeur nutritive de trois espèces halophytes fourragères du genre *Atriplex* (*halimus*, *nummularia* et *canescens*). Mémoire d'ingénieur d'Etat Centre Universitaire Cheikh Larbi Tebessi. Tébessa, 61p.
- 17- Heitschmidt R.K. and Walker J. W., 1996. Grazing management technology for sustaining rangeland ecosystems. *Rangeland Journal* 18 (2), PP : 194-215.
- 18- Heneidy S. Z., 2002. Role of indicator range species as browsing forage and effective nutritive source in Matruh area, a mediterranean coastal region, N.W Egypt. *Journal of Biological Sciences* 2(2), PP : 136-142.
- 19- Holling C.S., 1978. Adaptative environmental assessment and management. *Wiley Interscience, Chichester, 377p.*
- 20- Khaldoun A., 1995. Les mutations récentes de la région steppique d'El Aricha. Réseau Parcours 59-54.
- 21- Khaldoun A., 2000. Evolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne. *Options Méditerranéennes, Série A /n° 39, Rupture ou continuité. Nouvelle image de l'élevage sur parcours*, PP : 121-127.
- 22-Lapeyroni A., 1982. Les productions fourragères méditerranéennes. T1. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, France, P : 7-387.

- 23- Le Houérou H. N., Claudin J. et Pouget M., 1977. Etude bioclimatologique des steppes algériennes. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord Alger. T68, fasc. 3-4.
- 24- Le Houérou H. N., 1980. Composition chimique et valeur fourragère des espèces ligneuses d'Afrique du Nord. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique – Centre International pour l'Elevage, Addis Abeba, 489 p.
- 25- Merad S., 2005. Contribution à l'étude de la valeur nutritive de quelques espèces steppiques de la région de Tébessa. Mémoire d'ingénieur d'Etat, Université Hadj Lakhder, Batna, 47p.
- 26- Michel Nori, Michael Taylor and Alessandra Sensi, 2008. Browsing on fences. Pastoral land rights, livelihood and adaptation to climate change - International Institute for Environment and Development U.K, Issue paper n° 148, 32p.
- 27- Miette R., 1968. Observations sur les aspects généraux des problèmes de la pseudo – steppe algérienne et de l'élevage ovin extensif, P : 12-71.
- 28- Mohamedi H., Labani A. et Benabdelli K., 2006. Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne. Varia. Revues.org.
- 29- Nabih M., 1996. A study on the syrian steppe and forage shrubs – Fodder shrubs Development in Arid and Semi-arid Zones – ICARDA (Séminaire 27 oct. – 02 nov. Hammamet – Tunisie), PP : 109-121.
- 30- Nedjraoui D., 2003. Profil fourrager de l'Algérie. FAO, 15p.
- 31- Nedjraoui D., 2004. Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définitions des indicateurs de dégradation. IAMZ-CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes Vol. 62, PP : 239-243.
- 32- Nefzaoui A. and El Mourid M., 2008. Rangeland improvement and management in Arid and Semi-arid environment of West Asia and North Africa. Karia.net, 28p.
- 33- Ozenda P., 1991. Flore du Sahara (3^{ème} édition mise à jour et augmentée). Paris. Edition du CNRS, 662p. + cartes.
- 34- Pouget M., 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. ORSTOM Paris, 555p.
- 35- Quezel P. et Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie. T1. CNRS Paris, PP : 286 – 302.

- 36- Redjel N., 1999. The algerian rangeland policy and property rights. IFPRI & ICARDA meeting august 1999, Oman.
- 37- Richardson F.D., Hahn B.D. and Hoffman M.T., 2007. Modelling the sustainability and productivity of pastoral systems in the communal areas of Namaqualand. *Journal of Arid Environment* 70, PP : 701-717.
- 38- Salah S. Tag El Din, 1994. Prediction of *Salsola vermiculata* foliage production for different grazing intensities. *Journal of King Saud University Vol. 6 Agri. Sci. (2)*, PP : 311-320.
- 39- Seltzer P., 1946. *Le climat d'Algérie*. Alger. Inst. Météo Phys. Globe, 219p.
- 40- Squires V. R., 1998. Experts systems and the computer – based decision support system for managing marginal rangeland. *Drylands : sustainable use of rangelands into twenty first century*. IFAD. 125-136.
- 41- Vayssières M.P. and Plant R.E., 1998. Identification of vegetation stat-and-transition domaines in California's Hardwood Rangelands, 101p.
- 42- Walker J. W., 1993. Nutritional models for grazing animals. *ICEL AGRI. SCIE. 7*, PP : 45-57.
- 43- Westboy M., Walker B. and Noy-Meir I., 1989. Opportunistic management for rangeland not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42, PP : 265-273.
- 44-Wood B., 2004. Natural ressource models in the rangelands. A review undertaken for the National Land and Water Ressources (Audit). Australia, 148p. + appendix

Annexes

Première coupe

Répétition 1	Coupe sévère					
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6
H	0,25	0,10	0,14	0,21	0,07	0,06
L	0,23	0,28	0,35	0,36	0,21	0,17
L	0,16	0,2	0,3	0,33	0,2	0,16
Coupe moyenne				Coupe légère		
	PI1	PI2	PI3	PI4		PI1
H	0,17	0,09	0,08	0,05	H	0,2
L	0,23	0,18	0,28	0,2	L	0,5
I	0,15	0,13	0,18	0,10	I	0,38

Première coupe

Répétition 2	Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10
H	0,20	0,07	0,26	0,27	0,12	0,16	0,17	0,09	0,15	0,13
L	0,40	0,31	0,58	0,42	0,22	0,31	0,44	0,21	0,37	0,29
I	0,29	0,24	0,39	0,32	0,14	0,26	0,27	0,15	0,27	0,27
Coupe moyenne										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8		
H	0,35	0,09	0,07	0,12	0,05	0,12	0,09	0,08		
L	0,35	0,22	0,2	0,54	0,21	0,45	0,14	0,21		
I	0,09	0,14	0,19	0,4	0,15	0,25	0,10	0,14		
Coupe légère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10
H	0,11	0,09	0,2	0,1	0,09	0,05	0,12	0,09	0,07	0,07
L	0,15	0,18	0,38	0,26	0,18	0,15	0,23	0,14	0,28	0,3
I	0,11	0,10	0,27	0,25	0,11	0,09	0,17	0,12	0,25	0,23

Première coupe

Répétition 3	Coupe sévère					
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	
H	0,24	0,21	0,31	0,16	0,26	
L	0,48	0,25	0,4	0,3	0,3	
I	0,34	0,2	0,32	0,24	0,2	
Coupe moyenne						
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6
H	0,26	0,23	0,21	0,19	0,21	0,26
L	0,40	0,40	0,29	0,29	0,30	0,30
I	0,30	0,35	0,28	0,26	0,18	0,20
Coupe légère						
	PI1	PI2	PI3	PI4		
H	0,14	0,20	0,18	0,17		
L	0,16	0,32	0,33	0,37		
L	0,15	0,30	0,29	0,30		

Première coupe

Répétition 4	Coupe sévère											
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	PI11	PI12
H	0,18	0,22	0,15	0,26	0,16	0,20	0,36	0,12	0,22	0,18	0,16	0,19
L	0,40	0,40	0,26	0,5	0,2	0,32	0,44	0,24	0,42	0,24	0,43	0,20
I	0,30	0,30	0,20	0,42	0,18	0,28	0,41	0,24	0,35	0,24	0,30	0,20
Coupe moyenne												
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8				
H	0,25	0,16	0,25	0,17	0,20	0,26	0,32	0,20				
L	0,55	0,29	0,48	0,32	0,48	0,64	0,60	0,30				
I	0,42	0,25	0,27	0,19	0,42	0,57	0,36	0,23				
Coupe légère												
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6						
H	0,27	0,32	0,40	0,34	0,20	0,26						
L	0,37	0,52	0,78	0,47	0,36	0,50						
I	0,33	0,29	0,56	0,34	0,32	0,45						

Première coupe

Répétition 5	Coupe sévère					
	PI1	PI2	PI3	PI4		
H	0,23	0,13	0,12	0,12		
L	0,38	0,28	0,17	0,17		
L	0,28	0,24	0,16	0,16		
Coupe moyenne						
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6
H	0,16	0,19	0,20	0,19	0,22	0,18
L	0,32	0,32	0,23	0,26	0,28	0,34
L	0,27	0,22	0,21	0,23	0,20	0,24
Coupe légère						
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	
H	0,28	0,17	0,14	0,15	0,19	
L	0,43	0,46	0,14	0,20	0,38	
L	0,35	0,31	0,12	0,22	0,21	

2ème coupe

Répétition1	Coupe sévère								
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9
H	0,15	0,10	0,10	0,09	0,18	0,12	0,20	0,13	0,08
L	0,27	0,34	0,29	0,26	0,29	0,2	0,33	0,38	0,2
L	0,22	0,26	0,15	0,15	0,25	0,14	0,29	0,33	0,15
Coupe moyenne									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6			
H	0,13	0,20	0,08	0,07	0,12	0,19			
L	0,34	0,50	0,17	0,15	0,20	0,31			
I	0,24	0,40	0,12	0,11	0,16	0,28			

Coupe légère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10
H	0,09	0,1	0,09	0,09	0,07	0,08	0,10	0,10	0,14	0,11
L	0,29	0,29	0,45	0,25	0,14	0,22	0,18	0,18	0,30	0,28
I	0,18	0,21	0,25	0,20	0,12	0,19	0,13	0,15	0,22	0,22

2ème coupe

Répétition 2	Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10
H	0,06	0,16	0,09	0,09	0,06	0,06	0,16	0,09	0,10	0,10
L	0,33	0,28	0,21	0,18	0,16	0,27	0,40	0,48	0,27	0,33
I	0,25	0,23	0,19	0,12	0,09	0,16	0,32	0,34	0,22	0,25

Coupe moyenne

	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8
H	0,14	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,09	0,11
L	0,36	0,21	0,21	0,32	0,4	0,14	0,27	0,3
L	0,26	0,16	0,18	0,23	0,29	0,11	0,17	0,24

Coupe légère

	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7
H	0,09	0,12	0,10	0,14	0,12	0,08	0,13
L	0,20	0,27	0,36	0,50	0,34	0,39	0,24
I	0,15	0,20	0,28	0,29	0,30	0,26	0,19

2ème coupe

Répétition 3	Coupe sévère				Coupe moyenne		Coupe légère	
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI1	PI1		
H	0,05	0,05	0,12	0,12	0,1	0,19		
L	0,11	0,14	0,19	0,26	0,38	0,52		
L	0,10	0,10	0,16	0,22	0,32	0,41		

2ème coupe

Répétition 4	Coupe sévère					Coupe légère	
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	H	PI1
H	0,13	0,11	0,09	0,09	0,12	H	0,16
L	0,24	0,37	0,34	0,29	0,38	L	0,35
I	0,17	0,3	0,29	0,2	0,33	L	0,27

2ème coupe

Répétition 5	Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10
H	0,11	0,09	0,06	0,08	0,10	0,15	0,06	0,06	0,13	0,12
L	0,34	0,24	0,18	0,14	0,15	0,4	0,19	0,16	0,24	0,29
I	0,27	0,25	0,13	0,11	0,12	0,38	0,13	0,12	0,21	0,21

Coupe moyenne		Coupe légère		
	PI1	PI2	PI1	
H	0,08	0,07	H	0,10
L	0,19	0,07	L	0,10

I	0,12	0,05	I	0,08
---	------	------	---	------

3ème coupe

Répétition 1	Coupe sévère			Coupe moyenne		
	PI1	PI2	PI3		PI1	PI2
H	0,10	0,10	0,09	H	0,16	0,22
L	0,45	0,40	0,40	L	0,44	0,46
L	0,41	0,29	0,37	I	0,37	0,39
Coupe légère						
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6
H	0,09	0,18	0,22	0,14	0,14	0,13
L	0,23	0,47	0,50	0,27	0,31	0,41
L	0,21	0,41	0,42	0,16	0,27	0,38

3ème coupe

Station 2	Coupe sévère							
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8
H	0,12	0,10	0,20	0,22	0,15	0,09	0,11	0,12
L	0,42	0,40	0,36	0,69	0,50	0,36	0,45	0,18
I	0,32	0,34	0,33	0,55	0,39	0,26	0,34	0,15
Coupe moyenne								
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6		
H	0,14	0,10	0,08	0,11	0,09	0,09		
L	0,58	0,31	0,39	0,51	0,25	0,25		
I	0,38	0,29	0,34	0,26	0,22	0,21		
Coupe légère								
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	
H	0,10	0,13	0,07	0,15	0,10	0,08	0,14	
L	0,48	0,27	0,46	0,60	0,33	0,28	0,28	
L	0,40	0,22	0,33	0,40	0,27	0,24	0,27	

3ème coupe

Répétition 3	Coupe sévère							
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8
H	0,16	0,22	0,11	0,20	0,10	0,15	0,18	0,14
L	0,53	0,59	0,33	0,63	0,34	0,36	0,37	0,36
L	0,42	0,49	0,20	0,29	0,30	0,20	0,33	0,20
Coupe moyenne								
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8
H	0,15	0,18	0,16	0,22	0,13	0,11	0,20	0,20
L	0,47	0,48	0,49	0,70	0,30	0,27	0,45	0,47
L	0,28	0,43	0,39	0,45	0,27	0,21	0,36	0,44
Coupe légère								
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6		
H	0,11	0,13	0,15	0,12	0,15	0,22		
L	0,24	0,35	0,47	0,23	0,24	0,35		
L	0,21	0,28	0,39	0,21	0,20	0,34		

3ème coupe

Répétition 4	Coupe sévère						
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7
H	0,17	0,25	0,29	0,17	0,22	0,21	0,28
L	0,70	0,53	0,53	0,44	0,50	0,36	0,67
L	0,32	0,50	0,47	0,38	0,39	0,33	0,56

Coupe moyenne				Coupe légère			
	PI1	PI2	PI3		PI1	PI2	PI3
H	0,18	0,17	0,37	H	0,31	0,32	0,30
L	0,50	0,26	0,60	L	0,48	0,72	0,71
L	0,28	0,22	0,58	I	0,44	0,58	0,52
Volume total	0,02206	0,00770	0,10112				
Volume coupé	0,0110	0,0039	0,0506				
Volume résiduel	0,0110	0,0039	0,0506				

3ème coupe

Répétition 5	Coupe sévère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	PI11
H	0,08	0,08	0,06	0,21	0,11	0,22	0,1	0,15	0,18	0,15	0,08
L	0,19	0,18	0,18	0,47	0,16	0,6	0,18	0,32	0,42	0,30	0,23
I	0,19	0,15	0,12	0,42	0,07	0,4	0,15	0,31	0,38	0,29	0,15
Coupe moyenne											
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6					
H	0,1	0,09	0,18	0,25	0,19	0,11					
L	0,22	0,14	0,52	0,43	0,58	0,26					
I	0,18	0,11	0,42	0,29	0,38	0,20					

Volume régénéré 1ère coupe

Répétition 1	Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6				
H	0,25	0,10	0,14	0,21	0,07	0,06				
L	0,23	0,28	0,35	0,36	0,21	0,17				
I	0,16	0,20	0,30	0,33	0,20	0,16				
Coupe moyenne				Coupe légère						
	PI1	PI2	PI3	PI4		PI1				
H	0,17	0,09	0,08	0,05	H	0,20				
L	0,23	0,18	0,28	0,20	L	0,50				
I	0,15	0,13	0,18	0,10	L	0,38				
Station 2	Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10
H	0,20	0,07	0,26	0,27	0,12	0,16	0,17	0,09	0,15	0,13
L	0,40	0,31	0,58	0,42	0,22	0,31	0,44	0,21	0,37	0,29
L	0,29	0,24	0,39	0,32	0,14	0,26	0,27	0,15	0,27	0,27
Volume total	0,0523	0,0138	0,1047	0,0761	0,0154	0,0322	0,0477	0,0112	0,0358	0,0249
Volume coupé	0,0392	0,0104	0,0785	0,0571	0,0116	0,0242	0,0358	0,0084	0,0269	0,0187
Volume résiduel	0,0131	0,0035	0,0262	0,0190	0,0039	0,0081	0,0119	0,0028	0,0090	0,0062
Volume final	0,0404	0,0097	0,0822	0,0573	0,0108	0,0235	0,0350	0,0083	0,0258	0,0180
Volume régénéré	0,0273	0,0063	0,0560	0,0383	0,0070	0,0155	0,0231	0,0055	0,0169	0,0118
Taux de	69,66%	60,39%	71,35%	67,06%	60,17%	63,98%	64,50%	65,48%	62,76%	63,05%

régénération										
Coupe moyenne										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8		
H	0,35	0,09	0,07	0,12	0,05	0,12	0,09	0,08		
L	0,35	0,22	0,20	0,54	0,21	0,45	0,14	0,21		
I	0,09	0,14	0,19	0,40	0,15	0,25	0,10	0,14		
Coupe légère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10
H	0,11	0,09	0,20	0,10	0,09	0,05	0,12	0,09	0,07	0,07
L	0,15	0,18	0,38	0,26	0,18	0,15	0,23	0,14	0,28	0,30
L	0,11	0,10	0,27	0,25	0,11	0,09	0,17	0,12	0,25	0,23
Station 3										
Coupe sévère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5					
H	0,24	0,21	0,31	0,16	0,26					
L	0,48	0,25	0,40	0,30	0,30					
L	0,34	0,20	0,32	0,24	0,20					
Coupe moyenne										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6				
H	0,26	0,23	0,21	0,19	0,21	0,26				
L	0,40	0,40	0,29	0,29	0,30	0,30				
L	0,30	0,35	0,28	0,26	0,18	0,20				
Coupe légère										
	PI1	PI2	PI3	PI4						
H	0,14	0,20	0,18	0,17						
L	0,16	0,32	0,33	0,37						
I	0,15	0,30	0,29	0,30						

Station 4												
Coupe sévère												
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	PI11	PI12
H	0,18	0,22	0,15	0,26	0,16	0,20	0,36	0,12	0,22	0,18	0,16	0,19
L	0,40	0,40	0,26	0,50	0,20	0,32	0,44	0,24	0,42	0,24	0,43	0,20
I	0,30	0,30	0,20	0,42	0,18	0,28	0,41	0,24	0,35	0,24	0,30	0,20
Coupe moyenne												
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8				
H	0,25	0,16	0,25	0,17	0,20	0,26	0,32	0,20				
L	0,55	0,29	0,48	0,32	0,48	0,64	0,60	0,30				
I	0,42	0,25	0,27	0,19	0,42	0,57	0,36	0,23				
Coupe légère												
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6						
H	0,27	0,32	0,40	0,34	0,20	0,26						
L	0,37	0,52	0,78	0,47	0,36	0,50						
L	0,33	0,29	0,56	0,34	0,32	0,45						

Répétition 5												
Coupe sévère												
	PI1	PI2	PI3	PI4								
H	0,23	0,13	0,12	0,12								
L	0,38	0,28	0,17	0,17								
I	0,28	0,24	0,16	0,16								
Coupe moyenne												
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6						
H	0,16	0,19	0,20	0,19	0,22	0,18	H	0,28	0,17	0,14	0,15	0,19
L	0,32	0,32	0,23	0,26	0,28	0,34	L	0,43	0,46	0,14	0,20	0,38
I	0,27	0,22	0,21	0,23	0,20	0,24	I	0,35	0,31	0,12	0,22	0,21

Volume régénéré de la 2^{ème} coupe

Répétition 1									
Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9

H	0,15	0,10	0,10	0,09	0,18	0,12	0,20	0,13	0,08		
L	0,27	0,34	0,29	0,26	0,29	0,20	0,33	0,38	0,20		
L	0,22	0,26	0,15	0,15	0,25	0,14	0,29	0,33	0,15		
	Coupe moyenne										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6					
H	0,13	0,20	0,08	0,07	0,12	0,19					
L	0,34	0,50	0,17	0,15	0,20	0,31					
L	0,24	0,40	0,12	0,11	0,16	0,28					
	Coupe légère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	
H	0,09	0,1	0,09	0,09	0,07	0,08	0,1	0,1	0,14	0,11	
L	0,29	0,29	0,45	0,25	0,14	0,22	0,18	0,18	0,3	0,28	
L	0,18	0,21	0,25	0,2	0,12	0,19	0,13	0,15	0,22	0,22	
Répétition 2	Coupe sévère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	
H	0,06	0,16	0,09	0,09	0,06	0,06	0,16	0,09	0,10	0,10	
L	0,33	0,28	0,21	0,18	0,16	0,27	0,40	0,48	0,27	0,33	
L	0,25	0,23	0,19	0,12	0,09	0,16	0,32	0,34	0,22	0,25	
	Coupe moyenne										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8			
H	0,14	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,09	0,11			
L	0,36	0,21	0,21	0,32	0,4	0,14	0,27	0,3			
L	0,26	0,16	0,18	0,23	0,29	0,11	0,17	0,24			
	Coupe légère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7				
H	0,09	0,12	0,10	0,14	0,12	0,08	0,13				
L	0,20	0,27	0,36	0,50	0,34	0,39	0,24				
L	0,15	0,20	0,28	0,29	0,30	0,26	0,19				
Répétition 3	Coupe sévère				Coupe moyenne			Coupe légère			
	PI1	PI2	PI3	PI4		PI1		PI1			
H	0,05	0,05	0,12	0,12	H	0,1	H	0,19			
L	0,11	0,14	0,19	0,26	L	0,38	L	0,52			
L	0,10	0,10	0,16	0,22	L	0,32	L	0,41			
Répétition 4	Coupe sévère					Coupe légère					
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5		PI1				
H	0,13	0,11	0,09	0,09	0,12	H	0,16				
L	0,24	0,37	0,34	0,29	0,38	L	0,35				
L	0,17	0,3	0,29	0,2	0,33	L	0,27				
Répétition 5	Coupe sévère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	
H	0,11	0,09	0,06	0,08	0,1	0,15	0,06	0,06	0,13	0,12	
L	0,34	0,24	0,18	0,14	0,15	0,4	0,19	0,16	0,24	0,29	
L	0,27	0,25	0,13	0,11	0,12	0,38	0,13	0,12	0,21	0,21	
	Coupe moyenne			Coupe légère							
	PI1	PI2		PI1							
H	0,08	0,07	H	0,10							

L	0,19	0,07	L	0,10
L	0,12	0,05	I	0,08

Volume régénéré de la 3^{ème} coupe

Répétition 1		Coupe sévère			Coupe moyenne						
	PI1	PI2	PI3		PI1	PI2					
H	0,10	0,10	0,09	H	0,16	0,22					
L	0,45	0,40	0,40	L	0,44	0,46					
L	0,41	0,29	0,37	I	0,37	0,39					
Coupe légère											
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6					
H	0,09	0,18	0,22	0,14	0,14	0,13					
L	0,23	0,47	0,50	0,27	0,31	0,41					
L	0,21	0,41	0,42	0,16	0,27	0,38					
Répétition 2		Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8			
H	0,12	0,10	0,20	0,22	0,15	0,09	0,11	0,12			
L	0,42	0,40	0,36	0,69	0,50	0,36	0,45	0,18			
L	0,32	0,34	0,33	0,55	0,39	0,26	0,34	0,15			
		Coupe moyenne									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6					
H	0,14	0,10	0,08	0,11	0,09	0,09					
L	0,58	0,31	0,39	0,51	0,25	0,25					
L	0,38	0,29	0,34	0,26	0,22	0,21					
		Coupe légère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7				
H	0,10	0,13	0,07	0,15	0,10	0,08	0,14				
L	0,48	0,27	0,46	0,60	0,33	0,28	0,28				
L	0,40	0,22	0,33	0,40	0,27	0,24	0,27				
Répétition 3		Coupe sévère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8			
H	0,16	0,22	0,11	0,20	0,10	0,15	0,18	0,14			
L	0,53	0,59	0,33	0,63	0,34	0,36	0,37	0,36			
L	0,42	0,49	0,20	0,29	0,30	0,20	0,33	0,20			
		Coupe moyenne									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8			
H	0,15	0,18	0,16	0,22	0,13	0,11	0,20	0,20			
L	0,47	0,48	0,49	0,70	0,30	0,27	0,45	0,47			
L	0,28	0,43	0,39	0,45	0,27	0,21	0,36	0,44			
		Coupe légère									
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6					
H	0,11	0,13	0,15	0,12	0,15	0,22					
L	0,24	0,35	0,47	0,23	0,24	0,35					
L	0,21	0,28	0,39	0,21	0,20	0,34					
Répétition 4		Coupe sévère						Coupe moyenne			
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7		PI1	PI2	PI3

H	0,17	0,25	0,29	0,17	0,22	0,21	0,28	H	0,18	0,17	0,37
L	0,70	0,53	0,53	0,44	0,50	0,36	0,67	L	0,50	0,26	0,60
L	0,32	0,50	0,47	0,38	0,39	0,33	0,56	I	0,28	0,22	0,58
Coupe légère											
	PI1	PI2	PI3								
H	0,31	0,32	0,30								
L	0,48	0,72	0,71								
L	0,44	0,58	0,52								
Répétition 5	Coupe sévère										
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	PI11
H	0,08	0,08	0,06	0,21	0,11	0,22	0,10	0,15	0,18	0,15	0,08
L	0,19	0,18	0,18	0,47	0,16	0,60	0,18	0,32	0,42	0,30	0,23
L	0,19	0,15	0,12	0,42	0,07	0,40	0,15	0,31	0,38	0,29	0,15
Coupe moyenne											
	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6					
H	0,10	0,09	0,18	0,25	0,19	0,11					
L	0,22	0,14	0,52	0,43	0,58	0,26					
L	0,18	0,11	0,42	0,29	0,38	0,20					

