

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERRI DE TIZI OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Nutrition animale et produits animaux

THEME

Evolution des taux de MS, MO, MM du *Sulla flexuosa* en fonction du stade végétatif et des différentes parties de la plante.

Présenté par :

Soutenu le : 15 juin 2017

M^{elle} Ait Aoudia Malika

M^{elle} Atek Safia

Jury :

Président : M. Berchiche M. Professeur UMMTO

Encadreur : M. Kadi S.A. Maître de conférences « A » UMMTO

Examineur : M. Mouhous A. Maître de conférences « B » UMMTO

Promotion : 2016/2017

Remerciements

Nous remercions Allah de nous avoir donné la foi, la patience, le courage et la force, pour réaliser ce modeste travail.

Ce travail de mémoire, n'est pas le fruit du travail d'une seule personne mais celui d'une équipe entière. Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participées ou contribuées au bon déroulement de ce mémoire.

*Nous présentons nos vifs et profonds remerciements à notre encadreur **monsieur Kadi Si Ammar** Maître de conférences « A » du Département Agronomie de l'UMMTO, qui a accepté de nous encadrer et qui nous a dirigées avec confiance tout au long de ce mémoire. Sa compréhension, sa gentillesse, sa patience, ses conseils, ses remarques, ses encouragements et son soutien indéfectible auront été importants dans la réalisation de ce mémoire. **Monsieur Kadi**, nous resterons à tout jamais marquées par votre dévouement et votre rigueur dans la direction de nos études durant nos trois ans d'études avec vous.*

*Nous tenons à remercier le président jury **Monsieur Berchiche M.** responsable du Master nutrition animale et produits animaux et professeur au Département Agronomie de l'UMMTO, d'avoir accepté de présider le jury. Vos commentaires, vos suggestions nous ont permis de mieux peaufiner ce travail.*

*Nos sincères remerciements, vont également à l'examineur **Monsieur Mouhous A.** Maître de conférences « B » au Département Agronomie de l'UMMTO, d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.*

Ainsi qu'à toute l'équipe pédagogique du Master nutrition animale et produits animaux de la Faculté des sciences biologiques et agronomique de l'UMMTO qui nous ont formées durant la licence, master I et master II.

Nous remercions également le personnel du laboratoire physicochimique commun I, du Département des sciences biologiques et agronomique de l'UMMTO, Madame Yafsah et sa collègue, qui nous ont aidées lors de la pratique.

Nous remercions bien évidemment nos parents qui n'ont cessé de nous encourager et de croire en nous .Ils nous ont toujours tout donné pour que nous puissions réaliser ce que nous avons envie de faire .Nous croyons que merci n'est pas un mot assez fort et qu'il en faudrait un autre.

Nos remerciements s'adressent aussi à nos amis qui nous ont toujours encouragées et soutenues moralement pendant les moments difficiles. Que ceux et celles que nous aurions oubliés, ne nous en tiennent pas rigueur, nous les prions de bien vouloir nous en excuser sincèrement. Mille merci à vous tous.

Sofia et Malika.

Dédicace :

A mes parents qui m'ont soutenue, encouragé et motivé, tout au long de mes études.

A mes frères : Ghezali et Hacem.

A mes sœur : Kaissa et Mezhoura.

A ma seule tante maternelle : Taous.

A toute ma famille paternelle et maternelle.

A mon entraîneur Ait Zarrouk Karim et toute ma famille sportive.

A tous mes amis/amies.

A tous les jaloux, à toutes les jalouses et ennemis qui veulent mon échec, or qu'ils ne m'ont donné que plus de volonté.

A Imed qui m'épaulait et qui est toujours prêt à m'aider, ainsi qu'à toute sa petite famille.

Malika

Dédicace

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce travail aux personnes les plus chères au monde :

*Ames chers et regrettés **grands-parents et oncle Arezki** qui, je sais, sont fiers de là où ils sont, que Dieu les accueillent dans son vaste paradis.*

*À mes très **chers parents**, Sans qui je ne serai pas là :*

Qui m'ont permis de poursuivre mes études dans les meilleures conditions, Sachez que je vous aime profondément et que je vous suis très reconnaissante pour votre patience, vos encouragements, vos efforts, vos conseils et toutes les souffrances que vous avez endurées. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation. Soyez infiniment remerciés et que Dieu vous accorde une longue et heureuse vie.

*A ma chère **sœur Melissa** et mon **chère et adorable frère Said** qui me font oublier tous mes soucis avec leurs douces paroles et leur charmant sourire. Merci pour votre amour sans limite et pour la chaleur humaine que vous m'apportez au quotidien.*

*Ames oncles et leur épouse, à mes **tantes** et leur **mari**, tout particulièrement **tante Noura, tante Thassadit, tante Yamina et tante Zina** merci pour vos encouragements, ainsi qu'à mes cousines et cousins.*

*A mes très chers amies sœurs de cœur : **Amira, Dyhia, Faiza, Fatima, Fazia, Lila, Lylia, Lynda, Malika, Nassima, Ryma, Samia, Tafsouth, Thassadit, Yamina**. Ainsi qu'à mon ami et frère **Wamar** et mes autres amies, je vous dédie ce travail en témoignage de ma grande affection et en souvenir des agréables moments passés ensemble.*

A tous mes professeurs.

*Ma binôme **Malika**.*

A toutes la promotion M 2 et M 1 NAPA.

*A ton **adorable famille** ainsi qu'à toi mon cher **Jugurtha**, toi qui as toujours été présent, qui as supporté tant de choses pour moi. Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse, ton attachement, ton inquiétude, m'ont permis de réussir dans mes études car t'es ma raison et ma force. Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements sans fin, ce travail n'aurait vu le jour. Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein.*

Sofia

Table de matière

Table de matière	01
Liste des abréviations.....	04
Liste des tableaux.....	05
Liste des figures.....	06
Introduction générale	08

Partie bibliographique

Chapitre I : Evolution de la composition chimique et de la valeur nutritive des légumineuses fourragère

1. Facteurs influençant la composition chimique.....	09
1.1. Facteurs de variabilité d'ordre naturelle	09
1.1.1. Facteurs intrinsèques : l'espèce, l'organe et stade de développement de la plante.	09
1.1.2. Facteurs extrinsèques : le sol, traitements fertilisants, le climat, L'altitude.....	10
1.2. Facteurs de variabilité d'ordre technique	12
1.2.1. Le fanage	12
1.2.2. Le pressage	13
2. Facteurs influençant la valeur nutritive	13
2.1. Les constituants de la plante et de leur digestibilité	13
2.1.1. les constituants du contenu cellulaire	13
2.1.2. les polysaccharides des membranes	14
2.1.3. la lignine	14
2.1.4. Teneur en tanin condensé	14
2.2. Stade de développement de la plante	15
2.3. Stade de récolte et intervalle entre les coupes	15
2.4. Hauteur de coupe	15
2.5. les pratiques de récolte et les conditions climatiques	16
2.6. Maladies et les dégâts d'insectes.....	16

Chapitre II : Le Sulla : légumineuse fourragère à valoriser

1. Généralités	17
2. Systématique	17
3. Aire de répartition.....	18
4. Caractéristiques morphologiques.....	18
5. Les exigences pédoclimatiques	20
5.1. Les exigences climatiques	20

5.2. Les exigences édaphiques	20
6. le stade de développement	20
7. Utilisation du Sulla	21
7.1. Utilisation en vert	21
7.2. Utilisation comme pâturage	21
7.3. Utilisation en foin	22
7.4. Utilisation comme ensilage	22
8. Sulla en alimentation animale	23
8.1. Sulla en alimentation des bovins laitiers	23
8.2. Sulla en alimentation des ovins	23
8.3. Sulla en alimentation des caprins	23
8.4. Sulla en alimentation des monogastriques : le lapin	24
8.5. Sulla en apiculture	24
9. Le rendement du Sulla	24
10. Composition chimique du Sulla	25

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	26
2. Matériels	26
2.1. Matériel végétal	26
2.2. Matériels utilisés sur terrain	27
2.3. Matériels utilisés au laboratoire	27
3. Méthodes.....	29
3.1. Echantillonnage	29
3.2. Préparation des échantillons.....	29
• Détermination du taux de la matière sèche.....	30
• Détermination du taux de la matière minérale.....	32
• Détermination du taux de la matière organique	32
3.3. Analyse statistique	32

Résultats et discussions

1. Analyse de la composition chimique de Hedysarum flexuosum	33
1.1. Composition chimique de la plante entière	33
1.1.1. Evolution du taux de la matière sèche	33

1.1.2.	Evolution du taux de la matière minérale	34
1.1.3.	Evolution du taux de la matière organique.....	35
1.1.4.	Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale	36
1.2.	Composition chimique des feuilles	37
1.2.1.	Evolution du taux de la matière sèche	37
1.2.2.	Evolution du taux de la matière minérale	38
1.2.3.	Evolution du taux de la matière organique.....	38
1.2.4.	Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale	39
1.3.	composition chimique des tiges	40
1.3.1.	Evolution du taux de la matière sèche	40
1.3.2.	Evolution du taux de la matière minérale	41
1.3.3.	Evolution du taux de la matière organique	42
1.3.4.	Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale	43
1.4.	Composition chimique des bourgeons	44
1.4.1.	Evolution du taux de la matière sèche	44
1.4.2.	Evolution du taux de la matière minérale.....	45
1.4.3.	Evolution du taux de la matière organique.....	45
1.4.4.	Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale	46
1.5.	Composition chimique des fleurs	47
1.5.1.	Evolution du taux de la matière sèche	47
1.5.2.	Evolution du taux de la matière minérale	48
1.5.3.	Evolution du taux de la matière organique	48
1.5.4.	Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale	49
1.6.	Evolution des taux des matières sèches des différentes parties de la plante.....	50
1.7.	Evolution des taux des matières minéraux des différentes parties de la plante...	52
1.8.	Evolution des taux des matières organiques des différentes parties de la plante.	52
	Conclusion générale	53
	Références bibliographiques	55

Liste des abréviations

CB : cellulose brute.

EE : poids de l'échantillon après l'étuve (en g).

EF : poids de l'échantillon après four (en g).

K : potassium

MO : matière organique.

MM : matière minérale.

MS : matière sèche.

N : azote.

P : phosphore.

PB : protéines brutes.

PC : poids du creuset vide (en g)

PDIN : Protéines digestibles intestinales limitées par l'azote.

PDIE : Protéines digestibles intestinales limitées par l'énergie

PE : poids de l'échantillon après l'étuve avec la tare (en g).

PF : poids final de l'échantillon après le four avec le creuset (en g).

PI : poids initiale (matière fraîche) en g .

S0 : stade rosette.

S1 : stade végétatif.

S2 : stade fin végétatif.

S3 : stade début bourgeonnement.

S4 : stade bourgeonnement.

S5 : stade début floraison.

S6 : stade floraison.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique (%MS) de quelques fourrages (Jarrige, 1988).....	09
Tableau 2 : Evolution de la valeur énergétique et azotée en fonction du stade de développement (Jarrige, 1998).....	10
Tableau 3 : Définition des stades morphologiques des tiges individuelles de Sulla (Kalu et Fick, 1981 modifié par Borreani et al, 1999)	21
Tableau 4 : Rendement en matière verte et en matière sèche des trois populations d' <i>Hedysarum coronarium</i> dans la région de Sétif (Abedelguerfi et al ,2002).	25
Tableau 5 :Valeur nutritive du Sulla en comparaison à la luzerne et le bersim (Benjeddi ,2005)...	25
Tableau 6 : Composition chimique et coefficient de digestibilité du Sulla fraiche (<i>H.flexuosum</i>) au stade floraison comme aliment de croissance du lapin (Kadi et al ,2011).....	34
Tableau 7 : Composition chimique des deux espèces (<i>H. coronarium</i> et <i>H. flexuosum</i>) en fonction du stade végétatif (Djerrah et Derrar ,2014).....	34

Liste des figures

Figure 1 : Perte de matière sèche et des protéines brutes lors du fanage de la luzerne	13
Figure 2 : Action des tannins sur les protéines au niveau du rumen et de l'intestin grêle	14
Figure 3 : Relation entre le rendement de la matière sèche et la valeur nutritive de la luzerne...	15
Figure 4 : Différents organes de <i>Hedysarum flexuosum</i> (présent travail, 2017).....	19
Figure 5 : Les différents modes d'exploitation des plantes fourragères (Klein et al, 2014).....	22
Figure 6 : Localisation géographique de la zone d'étude vue par satellite	26
Figure 7 : Photo d'une balance électronique.....	27
Figure 8 : Photo de l'étuve.....	28
Figure 9 : Photo de four à moufle.....	28
Figure 10 : Photo d'un creuset	28
Figure 11 : Photo d'une pince métallique.....	28
Figure 12 : Photo des dessiccateurs	28
Figure 13 : Photo d'une balance analytique.....	28
Figure 14 : Echantillons préparés des différentes parties d' <i>Hedysarum flexuosum</i>	29
Figure 15 : Sulla (<i>Hedysarum flexuosum</i>) récolté.	29
Figure 16 : Echantillons préparés dans l'étuve.....	30
Figure 17 : Echantillons après four.....	31
Figure 18 : Echantillons dans dessiccateur.	31
Figure 19 : Pesée des creusets avec échantillon.....	31
Figure 20 : Evolution du taux de la matière sèche de la plante entière <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	33
Figure 21 : Evolution du taux de la matière minérale de la plante entière <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	35
Figure 22 : Evolution du taux de la matière organique de la plante entière d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	35
Figure 23 : Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale de la plante entière <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	36
Figure 24 : Evolution du taux de la matière sèche de la feuille d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	37
Figure 25 : Evolution du taux de la matière minérale des feuilles d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	38
Figure 26 : Evolution du taux de matière organique des feuilles d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	39

Liste des figures

Figure 27 : Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale des feuilles d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	40
Figure 28 : Evolution du taux de la matière sèche des tiges d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	41
Figure 29 : Evolution du taux de la matière minérale dans la tige d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	42
Figure 30 : Evolution du taux de la matière organique dans la tige d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	43
Figure 31 : Evolution des taux en matière sèche et en matière minérale dans la tige d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	44
Figure 32 : Evolution du taux de la matière sèche des bourgeons d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	44
Figure 33 : Evolution du taux de la matière minérale dans les bourgeons d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	45
Figure 34 : Evolution du taux de la matière organique dans les bourgeons d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	46
Figure 35 : Evolution des taux de matière sèche et de matière minérale des bourgeons d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	46
Figure 36 : Evolution du taux de la matière sèche des fleurs de <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	47
Figure 37 : Evolution du taux de la matière minérale des fleurs d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	48
Figure 38 : Evolution du taux de la matière organique des fleurs d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	49
Figure 39 : Evolution des taux de matière sèche et de matière minérale des fleurs d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.	49
Figure 40 : Evolution des taux des matières sèches des différentes parties de la plante d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	50
Figure 41 : Evolution des taux des matières minérales des différentes parties de la plante d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	51
Figure 42 : Evolution des taux des matières organiques des différentes parties de la plante d' <i>Hedysarum flexuosum</i> en fonction des stades végétatifs.....	51

Introduction générale

L'Algérie a toujours connu un déficit fourrager chronique, à cause de la réduction des terres agricoles utilisées, notamment celles qui sont exploitées pour la production fourragère. Cette contrainte majeure est une conséquence de l'absence du savoir-faire, du manque de moyen et de technicité. Ce qui a fait que l'Algérie reste dépendante des importations des matières premières pour fabriquer des aliments pour animaux. Les fourrages cultivés en Algérie, tels que la luzerne, la vesce-Avoine, le maïs fourrager et le sorgho reviennent chers et d'une valeur alimentaire un peu dégradée, cela est dû à la non maîtrise du stade de fauche et les conditions médiocres de conservations. Pour cela, le recours aux ressources alternatives est nécessaire afin de remédier à ce déficit avec un moindre coût.

Le *Sulla flexuosa* (*Hedysarum flexuosum*) est une légumineuse spontanée, endémique qui se trouve beaucoup plus en Kabylie. Kadi et al (2015) ont mentionné dans leurs travaux sur cette espèce qu'elle est d'une valeur fourragère très importante. Cependant, l'exploitation d'*Hedysarum flexuosum* n'est pas maîtrisée par les agriculteurs. Par conséquent, un gaspillage énorme en éléments nutritifs est toujours présent avant et pendant la fauche.

La composition chimique d'*Hedysarum flexuosum* est influencée par de nombreux facteurs qui peuvent soit améliorer ou dégrader sa valeur fourragère.

L'objectif de notre travail est de déterminer un ou plusieurs stades de coupe du *Sulla flexuosa*, contenant un optimum de biomasse et d'éléments nutritifs.

Notre travail s'organise comme suit :

Une première partie bibliographique portant sur les généralités concernant les légumineuses et l'espèce étudiée.

Une seconde partie expérimentale comprenant les matériels et les différentes méthodes utilisées.

La troisième et dernière partie dans laquelle seront exposés les résultats et leurs interprétations et qui débouche sur une conclusion générale.

Partie
bibliographique

Chapitre I :

Evolution de la composition chimique

et de la valeur nutritive

des légumineuses fourragères.

La valeur nutritive des plantes fourragères joue un rôle important dans l'alimentation des ruminants. Le sol, le climat, l'altitude exercent un effet important sur la valeur alimentaire de l'herbe qui diminue au cours de la croissance. La température, l'ensoleillement et l'aridité ont une influence directe sur la composition chimique des fourrages et, par conséquent, sur leur valeur nutritive (Tisserand, 1991).

1. Facteurs influençant la composition chimique

La composition d'une espèce donnée dépend de plusieurs facteurs d'origine extrinsèques (le sol, le climat, l'environnement...etc.) et intrinsèques (l'espèce, organe et le stade de développement de la plante). Ces facteurs peuvent influencer à la fois sur la quantité et la qualité des fourrages. Le temps de récolte, l'humidité relative, la photopériode, les techniques de cultures des plantes, mais aussi la conservation des fourrages font partie de ces facteurs.

1.1. Facteurs de variabilité d'ordre naturelle :

1.1.1. Facteurs intrinsèques :

a) Selon l'espèce :

Selon Edwards et Goff (1935), Les facteurs de qualité des fourrages herbacés varient largement entre les espèces et à l'intérieur d'une même espèce.

Une plante peut avoir des résultats satisfaisants sur les quantités de matière inorganiques et de matière organiques en tant que fourrage pour le bétail mais de peu valeur si elle manque la palatabilité.

Il existe selon Jarrige (1988) des différences importantes de composition entre les deux groupes de plantes graminées et légumineuses (Tableau 1) :

Tableau 1 : Composition chimique (% MS) de quelques fourrages (Jarrige, 1988).

Espèce	MO	MM	MAT	CB
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>) 60 cm	87.9	12.1	22.5	24
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>) floraison	89.8	10.2	16.8	33.3
Brome (<i>Bromus catharticus</i>) épi à 10 cm	86.3	13.7	18.6	23.9
Brome (<i>Bromus catharticus</i>) floraison	91.8	08.2	07.6	33.4
Sorgho fourrager (<i>Sorghum</i>) montaison	88.4	11.6	19	26.4
Sorgho fourrager (<i>Sorghum</i>) floraison	92.7	07.3	08.7	21.1
Paille de blé	92	08	03.5	42
Paille d'orge	92	08	03.8	42

b) Selon l'organe de la plante :

Chaque organe a une composition et des besoins chimiques spécifiques. Les organes de transfert de la sève et de soutien, comme les tiges, sont pauvres en azote (N) et en phosphore (P). Les organes très actifs, comme les feuilles, sont riches en azote(N) et en phosphore(P). Les organes de stockage de sucre ou d'amidon, comme les tiges de canne, les tubercules et les racines, sont riches en potassium(K). Les organes de stockage de protéines, comme les grains, sont riches en azote (N) et en potassium(K) (Athenas, 2016)

c) Selon les stades de développement de la plante :

D'après Jarrige (1988), il y a une modification de la composition chimique durant les différents stades de développement des plantes (Tableau 1).

La composition d'un fourrage diffère selon le stade de la plante, elle s'enrichit en cellulose brute aux dépens des matières azotées. La valeur énergétique et azotée des fourrages varie d'un stade à l'autre de la même plante, elle est plus importante aux premiers stades (Jarrige, 1988) Tableau 2.

Tableau 2 : Evolution de la valeur énergétique et azotée en fonction du stade de développement (Jarrige, 1988).

Espèces	Valeur énergétique (/kg MS)		Valeur azotée (g/kg MS)			
	UFL	UFV	MAD	PDIA	PDIN	PDIE
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>) 60 cm	0.88	0.82	176	51	141	101
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>) floraison	0.69	0.59	122	38	106	81
Brome (<i>Bromus catharticus</i>) épi à 10 cm	0.98	0.95	146	42	117	99
Brome (<i>Bromus catharticus</i>) floraison	0.77	0.70	45	17	48	71
Sorgho fourrager (Sorghum) montaison	0.81	0.74	146	43	119	93
Sorgho fourrager (Sorghum) floraison	0.68	0.59	53	20	55	66

1.1.2. Facteurs extrinsèques :

a) Selon le sol

Le type de sol peut influencer la composition du fourrage car les plantes réagissent normalement à la carence minérale dans le sol soit en limitant leur croissance ou en réduisant la concentration des minéraux dans leurs tissus, ou plus généralement par les deux. L'acidité du sol et l'air sont des facteurs importants qui peuvent influencer l'absorption de nombreux oligo-éléments par les plantes (Olanite et al., 2006).

b) Selon les traitements fertilisants :

D'après Olanite et al. (2006), les engrais peuvent également affecter indirectement la valeur nutritive d'un gazon en modifiant la composition botanique. Par exemple, les légumineuses ne se développent pas sur un sol dégradé par la chaux, alors que l'apport d'engrais riche en azote favorise la croissance des légumineuses.

c) Selon le climat :

Les facteurs climatiques tels que la température, l'humidité, les précipitations et la lumière peuvent être dominants dans le contrôle des valeurs des plantes. Bien que les plantes dépendent du sol pour leurs nutriments minéraux, les facteurs affectent la respiration, l'assimilation, la photosynthèse et le métabolisme dans la mesure où les minéraux et les teneurs en matière organiques de plantes peuvent être fortement modifiés par le climat, même si elles sont cultivées sur le même sol (Oelberg, 1956).

D'après Heller et al. (1995), le climat agit sur la composition chimique des fourrages par la majorité de ses composantes. L'action de la température sur la croissance est la résultante de son action sur la photosynthèse et les réactions métaboliques, mais aussi sur l'alimentation hydrique et minérale.

❖ La lumière :

L'influence la plus nette de la diminution de l'intensité lumineuse est la baisse des teneurs en MS et en glucides solubles. En revanche, elle augmente, le plus souvent, les teneurs en azote et en cendres mais également les teneurs en constituants pariétaux, notamment en cellulose et en lignine. Cette augmentation des teneurs en constituants pariétaux affecte aussi bien les feuilles que les tiges, selon Deinum et Dirven (1966).

Allison (1971) constate que la longueur du jour modifie la composition morphologique de la plante. Le rapport feuilles / tiges est modifié, il s'en suit une modification de la composition chimique en général du fourrage.

❖ La température :

Buxton et al. (1995) ont rapporté que les températures optimales de croissance avoisinent les 20° C pour les espèces de saison fraîche et 30-35° C pour les espèces de saison chaude.

Une élévation de la température réduit le rapport feuille- tige, ce qui réduit généralement la digestion des fourrages en raison de la plus faible digestibilité des tiges. Des températures ambiantes élevées favorisent aussi la production de lignine (Buxton et al., 1995)

❖ Les précipitations :

Les pluies ou l'irrigation supplémentaire peuvent avoir un effet plus important sur l'amélioration de la croissance (quantité) que sur la qualité du fourrage. Néanmoins, une ré-humidification du sol après la sécheresse peut avoir un effet profond sur la qualité du fourrage lorsque la croissance rapide ou la repousse continue, d'après Horrocks et al. (1999).

d) L'altitude :

Python et Marc (2012) ont montrés que l'altitude influence de manière significative sur la composition chimique, notamment les teneurs en Phosphore et Potassium de l'enquête sont légèrement inférieures et celles en Calcium et Magnésium sont légèrement plus élevées.

1.2. Facteurs de variabilité d'ordre technique :

1.2.1. Le fanage :

Il faut signaler que la vitesse de rotation de la faneuse à 540t/mn entraîne un accroissement des pertes et en protéines de plus de 11% en deuxième coupe ; par rapport à un fanage à 270t/mn, selon Stilmant et al. (2005). Selon Buckmaster (1993) les pertes en matière sèche des protéines brutes lors du fanage de la luzerne augmente parallèlement en fonction de diminution de l'humidité (Figure 1).

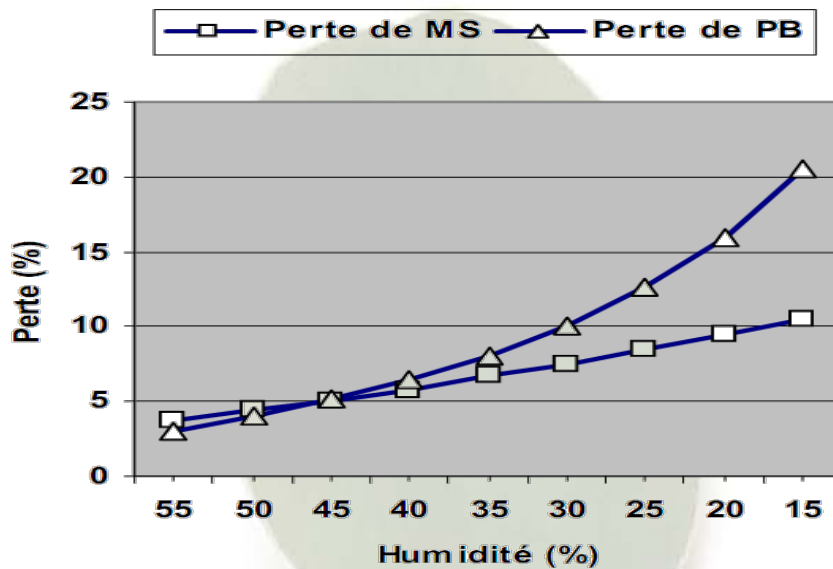


Figure 1 : Perte de matière sèche et des protéines brutes lors du fanage de la luzerne (Buckmaster, 1993).

1.2.2. Le pressage :

D'après les résultats obtenus de l'essai pressage Crocq (2013) :

- Les pertes quantitatives peu importantes (de 0.5 à 1% du rendement MS/h récolté).
- Mais une perte significative de protéines liée à la friabilité des feuilles.

2. Facteurs influençant la valeur nutritive :

La valeur nutritive d'un fourrage est sa concentration en éléments nutritifs (énergie, azote, minéraux, vitamines) digestibles par l'animal (Jarrige, 1988).

La valeur nutritive des fourrages en générale et des légumineuses en particulier, est influencée par :

2.1. Les constituants de la plante et de leur digestibilité :

D'après Jarrige (1989), les constituants de la plante sont divisés en trois catégories :

2.1.1. les constituants du contenu cellulaire :

Sucre et fructosane, amidon dans les grains, constituants azotés, lipides...etc. peuvent être considéré réellement digérés en quasi-totalité ou en totalité (Jarrige, 1989).

2.1.2. les polysaccharides des membranes :

Cellulose, hémicelluloses et substances pectiques : leur digestibilité dépend de l'espèce botanique et du stade végétatif de la plante. De même que la digestibilité des polysaccharides varie d'une espèce animale à une autre (Jarrige, 1989).

2.1.3. la lignine :

C'est un biopolymère présent dans les végétaux vasculaires, et dans les tissus de soutiens des fourrages. Sa principale onction est d'apporter la rigidité, une imperméabilité à l'eau et une grande résistance à la décomposition lors de la digestion .les lignines sont considérées comme non digestibles (Klein et al., 2014).

2.1.4. Teneur en tanin condensé :

Les légumineuses fourragères sont caractérisées par la présence de facteur antinutritionnel au niveau des différents organes de la plante (racines, tige, feuilles) notamment le tanin condensé.

D'après Aufrere et al. (2012), les feuilles sont plus riches en tanin condensé que les tiges. De ce fait, la protéolyse microbienne de protéines apportées par les légumineuses au niveau du rumen est réduite (Figure 2), ce qui permet à l'animal d'avoir une meilleure assimilation d'acides aminés, d'après Julier et al. (2010).

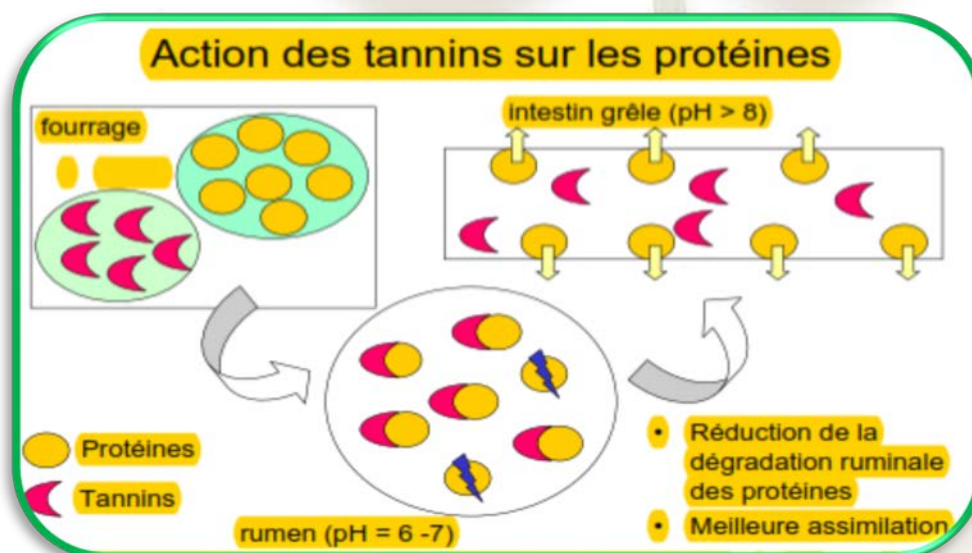


Figure 2 : Action des tannins sur les protéines au niveau du rumen et de l'intestin grêle (Bernadette et al. 2010)

2.2. Stade de développement de la plante :

Selon Bélanger (1992), la valeur nutritive des légumineuses diminue au cours de la croissance, ce qui explique une diminution de la proportion des feuilles alors que la proportion des tiges augmente. Comme les tiges sont moins digestibles que les feuilles, l'augmentation de la proportion des tiges entraîne une diminution de la valeur nutritive comme le montre la figure 3.

Luzerne					
Nombre de Jours de repousse	Rendement (t MS/ha)	NDF (% MS)	Digestibilité du NDF (% NDF)	Digestibilité de la MS (% MS)	Prop. feuilles
21	1,6	27,7	57,9	88,3	0,66
28	2,8	30,6	56,5	86,1	0,60
35	3,3	35,3	53,6	83,7	0,56
42	3,9	34,6	50,6	83,5	0,57

Figure 3 : Relation entre le rendement de la matière sèche et la valeur nutritive de la luzerne (Belanger, 1992).

2.3. Stade de récolte et intervalle entre les coupes :

Il est à noter que la récolte de légumineuses au stade début floraison, permet d'optimiser le rendement et la valeur nutritive ; ce qui a été démontré par Belanger (1992).

Un délai d'une semaine dans la récolte de la fléole se traduit par une augmentation d'une tonne de matière sèche par hectare (1t MS/h). Cependant cette augmentation en matière sèche, favorise le développement de la proportion des tiges au détriment de la proportion des feuilles ; ce qui entraîne une diminution de la valeur nutritive des légumineuses (Belanger, 1992).

2.4. Hauteur de coupe :

L'augmentation de la hauteur de coupe, permet d'améliorer la valeur nutritive du fourrage récolté car la base des tiges est plus riche en fibres et elle a peu de feuilles. Toutefois cette approche entraîne une diminution du rendement. À l'inverse, diminuer la hauteur de coupe permet d'augmenter le rendement mais peut entraîner une diminution de la valeur nutritive (Belanger, 1992).

2.5. Les pratiques de récolte et les conditions climatiques :

Selon Horrocks et al. (1999), la récolte d'un fourrage qui est initialement d'excellente qualité ; peut devenir d'une très mauvaise qualité, s'il pleut au moment de la fauche, ou si le fourrage devient après humide et moisit lorsqu'il est stocké.

Les premières pluies causent des dégâts, car elles enlèvent la majeure partie des nutriments solubles, ce qui réduit la qualité du foin fauché.

Les feuilles deviennent plus fragiles après la pluie et plus facile à se détacher durant le ramassage et l'emballage. Les conditions humides, prolongées ou une ré- humidification du terrain, encourage le développement de moisissure, ce qui rend souvent le fourrage inutilisable en alimentation animale (Horrocks et al. 1999).

Dans une humidité trop élevée et un climat pluvieux, il est difficile de capter une valeur nutritive maximale d'un fourrage notamment sous forme de foin.

2.6. Maladies et les dégâts d'insectes :

Horrocks et al. (1999) ont mentionné que les maladies et les insectes nuisibles ; qui sont des parasites des plantes fourragères durant la croissance, causent des réductions sévères en qualité aussi qu'en quantité de la récolte fourragère. Les dégâts au niveau des feuilles, est toujours une particularité évidente ; soit enlever une part de la feuille, ou le contenu cellulaire, ou inhiber la croissance et les forcer à l'entrée en dormance. Une réduction brutale de la valeur nutritive, particulièrement les protéines et les carotènes, ce qui affecte le plus souvent la palatabilité.

Chapitre II :

Le Sulla :

légumineuse fourragère à valoriser.

1. Généralités :

Les légumineuses appartiennent à la famille botanique des Fabacées, qui représente la 3^{ème} famille de plantes par le nombre d'espèces soit 18000 de référencées, après les Astéracées et les orchidées. (Shneider et Huyghe, 2015)

La famille des légumineuses à laquelle appartient le genre *Hédysarum* (composé lui-même d'un grand nombre d'espèces) représente un ensemble d'espèces dont la valeur fourragère est largement reconnue. Le *Sulla* se compose de deux ensembles d'espèces : le premier groupe rassemble les espèces : arctiques, asiatiques et alpines ; et le second groupe réunit les espèces méditerranéennes (Ben Fadhel et al., 2006).

Selon Trifi-Farah et al., (2002), le groupe méditerranéen compte **10 espèces** :

Des espèces diploïdes : *H. coronarium* L ; *H. carnosum* Desf. ; *H. spinosissimum* L. avec les **deux sous-espèces** : subsp. *H. capitatum* Desf. et subsp. *H. euspinosissimum* Briq ; *H. flexuosum* L. et *H. aculeolatum* Munby [subsp. *micranthum* (Batt) Maire et subsp. *mauritanicum* (Pomet) Maire].

Des espèces di-tétraploïdes : *H. pallidum* Desf. ; *H. naudinianum* Coss et *H. perralderianum* Coss. *H. humile* L. ainsi que *H. membranaceum* Coss et Bal ne sont pas définies du point de vue caryologique des espèces.

2. Systématique :

Le genre *Hédysarum* se compose de deux parties, *Hedys* : sucré et *aroma* : arôme. C'est une légumineuse papilionacée herbacée, de la tribu des Hédysarées. (Hémissi, 2007)

Selon Quezel et Santa (1962), *Hédysarum* est classée comme suit :

♣ Embranchement	: Spermaphytes
♣ Sous-embranchement	: Angiospermes
♣ Classe	: Dicotylédones
♣ Sous class.	: Dialypétales
♣ Série	: Caliciflores
♣ Ordre	: Rosales
♣ Famille	: Fabacées (légumineuses)
♣ Sous-famille	: Papilionacées
♣ Genre	: <i>Hedysarum</i>
♣ Espèce	: <i>Hedysarum flexuosum</i>

3. Aire de répartition :

Dans le bassin méditerranéen, l'aire de répartition de l'espèce *Hedysarum flexuosum* est relativement limitée. Elle s'étend du sud de la péninsule ibérique à l'Afrique du Nord selon Ben Fadhel et al. (2006).

L'espèce est absente en Libye, Tunisie, Egypte et en Mauritanie (Ben Fadhel et al., 2006). *Hedysarum flexuosum* et *Hedysarum humile* n'ont pas été revues depuis longtemps en Tunisie. Leur présence dans ce pays n'est attestée que par des listes d'herborisation anciennes (Ben Fadhel et al., 2006). Elles ne subsistent au Maroc et en Algérie que sous forme de populations réduites et isolées (Ben Fadhel et al., 1997)

4. Caractéristiques morphologiques :

Le groupe des méditerranéens est constitué de formes pérennes (herbacées, rarement arbustives), souvent tétraploïdes ($2n = 4x = 32$) sont très polymorphes et essentiellement allogames et diploïdes ($2n = 16$), d'après Ben Fadhel et al., (2006).

L'appareil végétatif aérien est constitué d'une tige principale dressée (50 à 150 cm de long) et de ramifications plagiotropes (Boussaid et al., 1989) Figure 4.a.

Les feuilles sont composées (trifoliées), imparipennées à stipule libre. Elles se présentent sous forme d'une série de deux folioles opposées et une foliole terminale généralement plus grande (Doree, 2000) ; ainsi elles présentent une dissymétrie avec la foliole terminale au bas du rachis foliaire et se caractérisent par une phyllotaxie de type alterne distique. (Abdelguerfi-Berrekia, 1985) figure 4.b.

Hedysarum flexuosum est très proche morphologiquement de *H. coronarium*, elles sont distinguées par de petites fleurs (1.5 à 2 cm), brièvement pédonculées, sont exilées par des bractées scarieuses et portent chacune à la base du calice, deux bractéoles. La corolle est généralement rouge vif ou violacée mais peut aussi être blanche (Boussaid et al., 1989). Le développement végétatif est essentiellement hivernal. La floraison a lieu en avril-mai et le dessèchement des individus commence dès le début du mois de juin (Abdelguerfi-Berrekia, 1985). Les inflorescences axillaires et à pédoncule égalant la feuille axillante, sont en grappes spiciformes ovoïdes et allongées à la fructification (Boussaid et al., 1989) figure 4.c.

Le fruit est une gousse tomenteuse, plus ou moins comprimée, constituée d'un nombre variable d'articles (jusqu'à huit articles par gousse). Il se caractérise par une forme suborbiculaire, ronde ou quadrangulaire couvert d'aiguillons et chaque article renferme une gaine. (Prosperi et al., 1995)

Les graines ($2.5 \times 25 \text{ mm}$) sont réniformes ou ovoïdes, elles sont luisantes, de couleur marron ou jaunâtre à radicule fortement saillante (Boussaid et al., 1989).

Le système racinaire de type pivotant, représenté par une racine principale pouvant dépasser 2m de longueur, et des racines secondaires bien développées, munies de nombreuses nodosités fixatrices d'azote atmosphérique. (Lapeyronie, 1982)

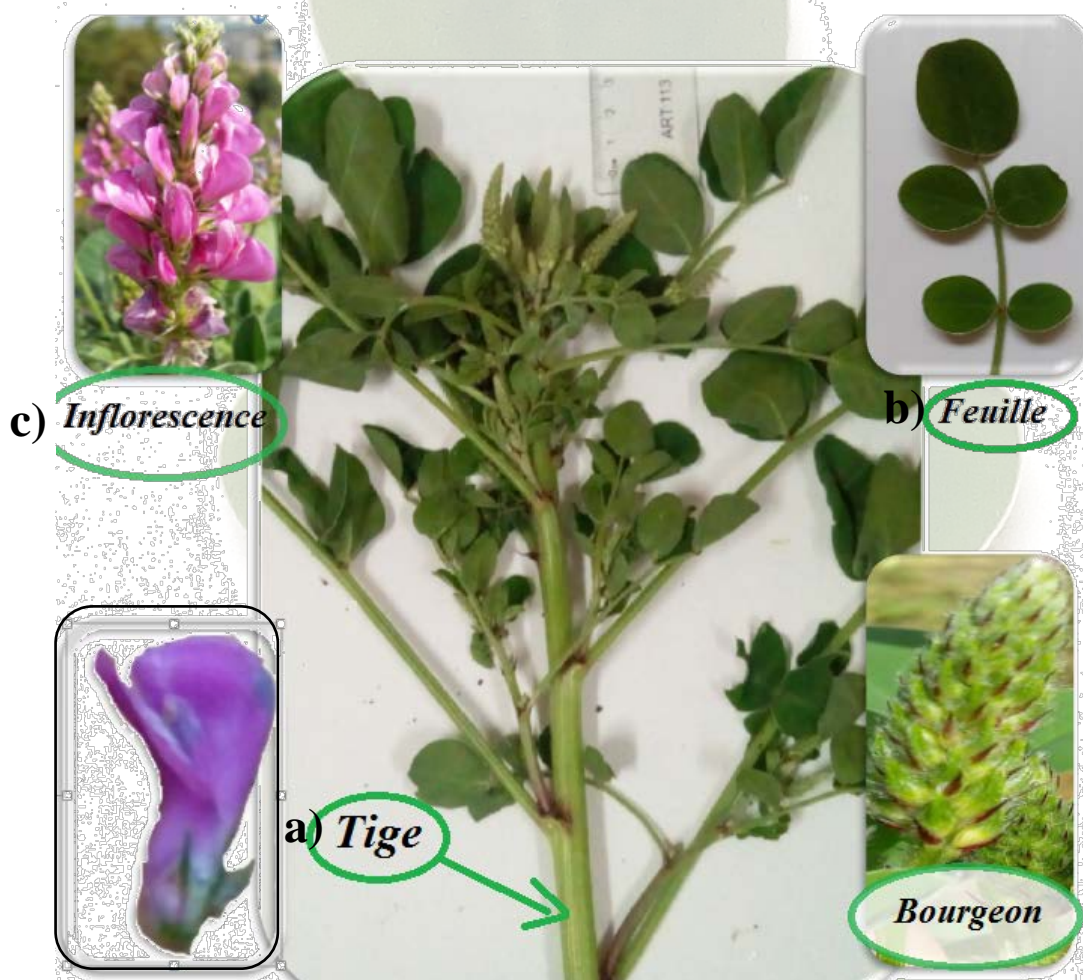


Figure 4 : Différents organes de *Hédysarum flexuosum* ((présent travail, 2017))

5. Les exigences pédoclimatiques

5.1. Les exigences climatiques :

Hédysarum flexuosum pousse à des altitudes faibles à moyennes inférieures à **600 m** et se développe sous des pluviométries annuelles supérieures à **550 mm/an** (Prosperi et al., 1995 ; Boussaid et al., 1991)

5.2. Les exigences édaphiques :

Hédysarum flexuosum se développe sur les sols argileux bien drainés ou marneux (PROSPERI et al., 1995). Elle préfère les sols en pente et évite l'exposition Nord-est et Est (Abdelguerfi-Berrekia et al., 1991)

6. le stade de développement :

La méthode de Kalu et Fick (1981) citée par Borreani et al. (1999) qui consiste à attribuer des numéros de 0 à 9 permettant de distinguer 10 stades de développement pour les tiges individuelles de luzerne. Ce système est modifié plus tard pour le *Sulla* par Borreani et al. (1999) en suivant le même modèle par le biais de MSW (Mean stage by weight) ou MSC (mean stage by count) qui signifie Suivant cet ordre le stade moyen par rapport au poids sec des tiges, et le stade moyen par rapport au nombre de tiges, serait ainsi possible de déterminer le stade optimal pour la coupe ou bien pour le pâturage (tableau3).

Les travaux de Borreani et al. (1999) ont permis de révéler qu'avec la maturité le rendement en matière sèche augmente ainsi que la fraction des fibres, tandis que le contenu de la matière sèche se stabilise jusqu'au cinquième stade qui coïncide avec le début de floraison. Puis ce contenu commence à se modifier, durant cette période (stade 0 à 5) on assiste alors aux taux les plus élevées en protéines.

Tableau 3 : définition des stades morphologiques des tiges individuelles de *Sulla* (Kalu et Fick, 1981 modifié par Borreani et al. 2003).

Code	Nom du stade	Définition du stade
0	-Rosette	Aucune tige ou bourgeon floral
1	-Mi-stade végétatif	Longueur des tiges < 15cm, aucune branche
2	-Fin de stade végétatif	Tiges > 15 cm, aucun bouton floral
3	- Début bourgeonnement	Apparition des premiers boutons floraux
4	-Fin bourgeonnement	Boutons floraux, aucune fleur ouverte
5	-Début de floraison	Apparition des premières fleurs
6	-Floraison	Fleurs ouvertes, aucune gousse
7	-Début formation des gousses	Fleurs brunes, apparition de première gousse
8	-Pleine formation de gousses	Fleurs brunes, gousses vertes
9	-Maturation de graines	Gousses brunes mûres

7. Utilisation du *Sulla* :

Le *Sulla* est une plante fourragère qui peut être directement pâturée au pâturage, ou consommée par les animaux sous diverses formes ; soit distribuée fraîche immédiatement après la fauche ou conservée comme foin et/ou ensilage afin de faire face aux périodes de pénuries fourragères.

Le choix des différentes formes d'utilisation, dépend principalement des sols, des plantes fourragères, des espèces animales et du système de production (Klein et al., 2014).

7.1. Utilisation en vert :

L'herbe est fauchée, puis transportée sur le lieu d'utilisation. La distribution du fourrage en vert est renouvelée quotidiennement. Une hauteur optimale (10cm) de fauche, doit être obligatoirement respectée ; afin de permettre à la plante de repousser (Klein et al., 2014). Une même procédure d'exploitation en vert, est appliquée au *Sulla* en tant que plante fourragère.

7.2. Utilisation comme pâturage :

Le *Sulla* est une espèce fourragère non météorisante et est pâturée par des animaux ruminants ou non. (Bassendowski et al., 1998). Cette légumineuse peut être pâturée à partir de mi-Février jusqu'à fin Mai. (Ben Jeddi. 2005).

7.3. Utilisation en foin :

D'après De Koning et al. (2010), le foin du *Sulla* doit être récolté avant fin floraison ; il est préférable à 10% de floraison environ. Cependant faucher au stade correct n'est pas toujours possible à cause de la lignification des tiges qui donne par conséquent un foin médiocre (Leto et al., 2002). Il faut signaler que le *Sulla* pendant le fanage perd ses feuilles, mais selon Foster (2010) et De Koning et al. (2010) la rétention ses feuilles est meilleure que chez la luzerne.

7.4. Utilisation comme ensilage :

Ben Jédi (2005) mentionne que le faible taux de matière sèche du *Sulla* (15%-18%) gêne sa conservation directe par ensilage. Par contre un pré-fanage du *Sulla* avec éclatement des tiges avant la conservation, permet de produire un ensilage de qualité (Ben Jédi ,1996).

De plus, le *Sulla* peut valoriser les terres compactées et dégradées où compactées et joue le rôle de plante pionnière (Hémisi, 2007) et une protectrice des sols de l'érosion grâce à son système racinaire profond.

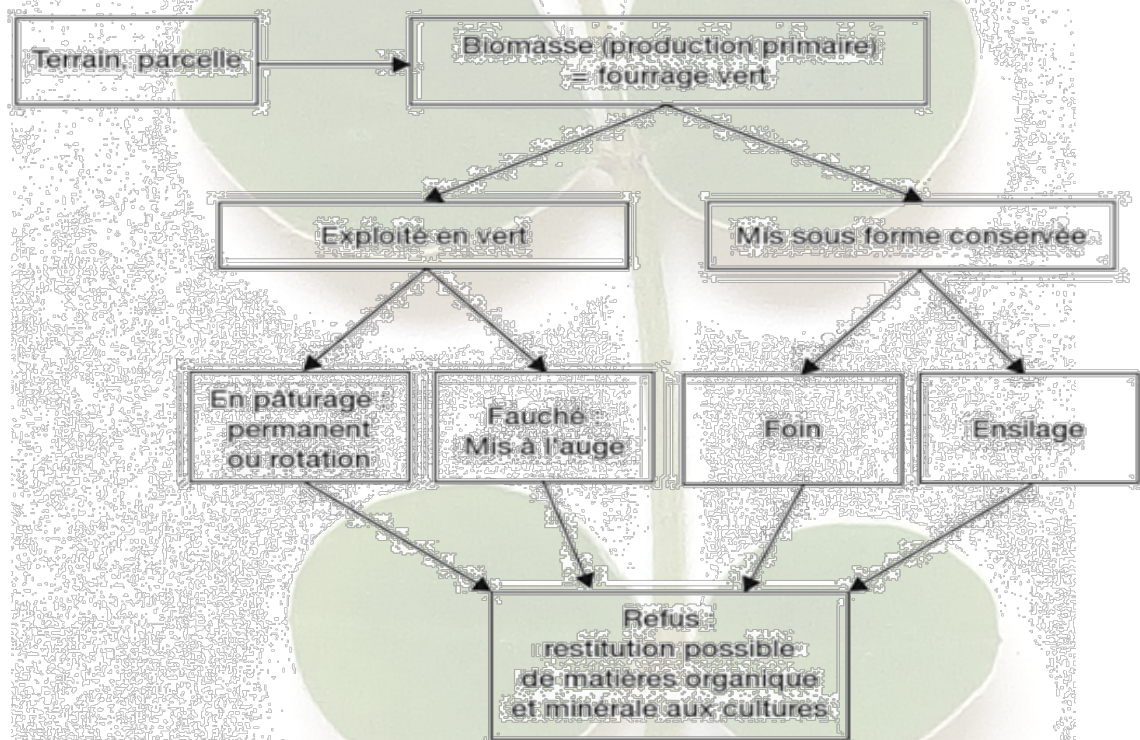


Figure 5 : les différents modes d'exploitation des plantes fourragères (Klein et al., 2014).

8. *Sulla en alimentation animale :*

Le *Sulla* est une espèce très palatable par les différentes catégories d'animaux (office de l'élevage et du pâturage), principalement les ruminants avec quelques exceptions chez les monogastriques.

8.1. *Sulla en alimentation des bovins laitiers :*

Le *Sulla* a un potentiel et une valeur fourragère en élevage bovin. Les vaches pâturant le *Sulla* ; ingèrent un taux élevé de matière sèche (**13.1vs10.7 kg/jour**) ce qui permet une production laitière supérieure à celles des vaches pâturant le Ray Grass pérenne (**1.07 vs 0.81 kg/jour**) (Woodward et al., 2002).

L'ensilage du *Sulla* peut être un excellent supplément alimentaire pour les vaches laitières durant l'été. Ainsi, d'après Chaves et al. (2006), les résultats de la performance laitière se sont avérés similaires avec les ensilages respectifs du *Sulla* et du Maïs.

8.2. *Sulla en alimentation des ovins :*

Le pâturage du *Sulla* a un impact positif sur la productivité de la viande et du lait chez les ovins (Burke et al., 2002 ; Bonanno et al., 2007 ; Molle et al., 2009).

Selon Priolo et al. (2009), les tanins condensés du *Sulla* peuvent avoir un effet bénéfique sur la qualité de la viande. Un agneau alimenté en *Sulla* fraîche ; présente un faible taux d'acides gras saturés (cholestérol) et une proportion élevée d'acides gras essentiels (oméga3) comparés aux animaux nourris par des concentrés.

Aussi les tanins condensés du *Sulla* à des doses limitées, joue un rôle d'antiparasitaire contre les nématodes gastro-intestinaux et permettent aux agneaux d'extérioriser leur potentiel génétique en viande et en laine (Andrée et al., 2015).

8.3. *Sulla en alimentation des caprins :*

Bonanno et al. (2007) mentionnent que le pâturage des caprins au niveau des parcours contenant le *Sulla* uniquement, avec une haute densité d'animaux (**70 têtes/ha**) ; réduit la viabilité et la hauteur du *Sulla*. L'ingestion et la production laitière sont élevées quand la densité d'animaux par hectare est inférieure (**30-50 têtes /ha**).

En Kabylie (Ouadhia), le *Sulla* est aussi pâturée par les caprins élevés dans cette région.

8.4. *Sulla en alimentation des monogastriques : le lapin :*

Sulla (*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum Flexuosum*) sont une source de protéines et principalement de fibres avec un potentiel d'utilisation comparable à celui de la luzerne ou du bersim. (Heuzé et al., 2013). Kadi et al. (2012) ont montré que l'utilisation du *Sulla* comme fourrage seul en alimentation du lapin peut couvrir les besoins d'entretiens et permet un taux important de croissance.

En Algérie notamment en Kabylie, *Hedysarum Flexuosum* en vert et sous forme de foin est largement utilisé en alimentation du gros bétail surtout le bovin laitier mais aussi dans les élevages traditionnels cunicoles (Kadi et al., 2015).

8.5. *Sulla en apiculture :*

Selon Rondia et al. (1985), *Hedysarum* est aussi apprécié par les abeilles (*Apis mllifera* L.). *Sulla* est considéré comme une source importante de nectar dans le sud et le centre d'Italie (Moore et al., 2006). L'installation des ruches proches de populations d'*Hedysarum* permet non seulement la production du miel mais aussi l'accroissement de la production grainière grâce à la pollinisation entomophile (Rondia et al., 1985 ; Ikhlef, 2015).

En plus de ses avantages en alimentation animale, le *Sulla* peut être utilisé comme une plante fourragère permettant de réduire les rejets azotés et l'émission du gaz à effet de serre (CH₄) dans l'environnement, grâce à sa richesse en tanin condensé (Aufrère et al., 2013).

9. *Le rendement du Sulla :*

D'après Abedelguerfi et al. (2002), les rendements en matière verte et en matière sèche de trois populations d'*Hedysarum coronarium* dans la région de Sétif sont de 561,6qx/ha équivalent de 68,5qx/Ha (tableau 4).

Le *Sulla* possède un grand potentiel de production (Ben Jeddi, 2005). En avril, la plante produit **4t/h** de matière sèche soit l'équivalent de **25t/h** de fourrage vert donc **16%** de matière sèche (Rondia et al., 1985). Le rendement maximum atteint par le *Sulla* au stade floral a été de **6.2 t/h** de matière sèche soit **40t/h** de verdure donc un taux de matière sèche de **15.5%** (Ben Jeddi, 2005). Aussi, le rendement en matière sèche du *Sulla* est intimement lié au stade phénologique auquel le fourrage est exploité (Kadi et al., 2011).

Tableau 4 : rendement de trois populations algériennes d'*Hedysarum coronarium* dans la région de Sétif (Abedelguerfi et al., 2002)

Caract ères	Moyennes Populations			Moyenne espèce	Ecart Type	C.V. %	F. obs.	Sign.
	Hc1	Hc2	Hc3					
RMV (qx/ha)	235	810.4	639.2	561.6	214.5	38.2	5.7	Ns
RMS (qx/ha)	26	90.6	88.9	68.5	26.5	38.7	5.8	Ns
MS (%)	87.5	83.5	87.00	86.00	2.52	2.9	1.5	Ns

10. Composition chimique du Sulla :

La composition chimique d'un fourrage est plus influencée par le stade végétatif à la récolte que par son espèce botanique (Kadi et al., 2012).

Selon Ben Emna (1991), le Sulla a une composition chimique voisine de celle du trèfle violet (*Trifolium Pratense.L*) à l'exception de sa teneur en protéine brute qui est inférieure au stade floraison ; **13.3%** contre **16,2%**. A ce même stade, le Sulla est aussi plus pauvre en **Ca (9.2%)**, **Mg (2.4%)** et en phosphore (**2.9%**) que la luzerne (*Medicago Sativa*) (Maymone et al., 1951).

D'après Ben Jeddi (2005), le vieillissement du Sulla entraîne une diminution des teneurs de : protéines brutes, de matières grasses, et de substances minérales ; ainsi que la lignification des tiges. Picconi (1965) mentionne que la teneur en cellulose brute du Sulla est inférieure à celle de la luzerne (*Medicago Sativa L.*) exploitée au même stade (tableau 5).

Tableau 05 : valeur nutritive du Sulla en comparaison à la luzerne et le bersim (Ben jeddi ,2005)

Espèces	UFL / kg MS	PB %MS	CB %MS	PDIN g/kgMS	PDIE g/kgMS
Sulla : <i>Hedysarum coronarium</i>	0,76	15,5	27,9	107	105
Luzerne : <i>Medicago sativa L.</i>	0,76	19,3	30,5	134	118
Bersim : <i>Trifolium alexandrinum L.</i>	0,72	23,7	16,3	113	106

***Partie
expérimentale***

Matériels
et
méthodes

1. Présentation de la zone d'étude :

Nous avons réalisé notre partie expérimentale au niveau de l'université Mouloud Mammeri appelée aussi Bastos qui se situe au sud-est de la commune de Tizi Ouzou (figure 6), avec une latitude de 6°21'53''N et une longitude de 4°03'16''E, Bastos est construite à 663 m d'altitude.



Figure 6 : Localisation géographique de la zone d'étude vue par satellite (Google Maps, 2017)

2. Matériels :

2.1. Matériel végétal :

L'espèce végétale que nous avons choisie dans le but de déterminer le stade optimal de coupe d'un fourrage, est une légumineuse, spontanée qui est *Hédysarum flexuosum*, caractérisée par des fleurs mauves.

☼ *Systématique* : selon Sebihi (2008) adaptée par Quezel et Santa (1962) et Greurer et al. (1989) de *Hédysarum flexuosum* est classée comme suit :

☘ Embranchement	: Spermaphytes
☘ Sous-embranchement	: Angiospermes
☘ Classe	: Dicotylédones
☘ Sous class.	: Dialypétales
☘ Série	: Caliciflores
☘ Ordre	: Rosales
☘ Famille	: Fabacées (légumineuses)
☘ Sous-famille	: Papilionacées
☘ Genre	: <i>Hedysarum</i>
☘ Espèce	: <i>Hedysarum flexuosum</i>

2.2. Matériels utilisés sur le terrain : Le matériel utilisé est constitué de :

- ♣ Ciseaux (prélever les plantes) ;
- ♣ Sachet (emballer les prélèvements) ;
- ♣ Un smartphone (prendre des photos) ;
- ♣ Une règle de 30 cm pour mesurer la longueur des plantes.

2.3. Matériels utilisés au laboratoire :

- ♣ Ciseaux (séparer les différentes parties de la plante) ;
- ♣ Marqueur libellé et crayon de papier (identification des échantillons) ;
- ♣ Des tares aluminium (dans le but de mettre la matière fraîche à l'intérieur) ;
- ♣ Une balance électronique avec $d= 0,1$ g (peser la matière fraîche) Figure 7 ;
- ♣ Une étuve (séchage de la matière fraîche) figure 8 ;
- ♣ Papier aluminium ;
- ♣ Un four à moufle (incinération de la matière sèche) Figure 9 ;
- ♣ Creusets en porcelaine (Figure 10) ;
- ♣ Une pince métallique pour faciliter le retrait du four (Figure 11) ;
- ♣ Dessiccateurs garni d'un agent déshydratant (gel de silice) Figure 12 ;
- ♣ Une balance analytique de précision avec $d= 0,01/0,1$ mg (figure13) ;
- ♣ Un bloc note (sauvegarder nos données et résultats).



Figure 7 : Photo d'une balance électronique.



Figure 8 : Photo de l'étuve



Figure 9 : Photo du four à moufle



Figure 13 : Photo d'une balance analytique



Figure 12 : Photo des dessiccateurs



Figure 11 : Photo d'une pince métallique



Figure 10 : Photo d'un creuset porcelaine

3. Méthodes :

Notre partie expérimentale a été réalisée pendant la période du 12 Mars au 26 Avril 2017.

3.1. Echantillonnage :

- ✿ Nous avons suivis les stades morphologiques définis par Kalu et Fick (1991) modifié par Borreani (2003) D'après le tableau 3 mentionné dans le chapitre II (p21.) ;
- ✿ Nous avons récolté les plantes aléatoirement pour tous les stades végétatifs la matinée (figure15) ;

3.2. Préparation des échantillons

- ✿ Nous avons réparti les échantillons : figure 14
 - ✂ En plantes entières pour les stades de 0 à 6.
 - ✂ En feuilles et tiges pour les stades de 1 à 6.
 - ✂ En bourgeons pour les stades de 3 et 4.
 - ✂ En fleurs pour les stades de 5 et 6.

Et pour chaque stade trois répétitions ont été réalisées ;



Figure 14 : Echantillons préparés des différentes parties d'*Hedysarum flexuosum*.



Figure 15 : Sulla (*Hedysarum flexuosum*) récolté.

⊗ Après avoir couper, séparer, peser les échantillons, nous les avons mis dans l'étuve à 60°C pendant 48h (Horrocks et al., 1999) figure 16, afin d'obtenir la matière sèche ensuite cette dernière est pesée.



Figure 16 : Echantillons préparés dans l'étuve.

♣ Détermination du taux de la matière sèche :

MS : matière sèche.

PE : PC + EE (en g).

PE : poids de l'échantillon après l'étuve avec la tare (en g).

PC : poids de tare vide (en g).

EE : poids de l'échantillon après étuve (en g).

PI : poids initial (matière fraîche) en g.

$$MS(g) = PE - PC$$

$$MS(\%) = \frac{(PE - PC) \times 100}{PI}$$

- ⊗ Concernant les cendres, nous avons mis la matière sèche obtenue dans des creusets que nous avons pesés en premier pour ensuite les mettre dans le four à moufle à une température de **550°C pendant 5h ;**
- ⊗ A l'aide des pinces métalliques nous avons récupéré les creusets après **24h**(Figure 17)
- ⊗ Pour éviter l'humidification des cendres, Nous les avons déposés pendant quelques minutes dans des dessiccateurs garnis d'un agent déshydratant (gel de silice) Figure 18
- ⊗ Nous avons pesé à nouveau les creusets grâce à la balance analytique de précision (Figure 19)



Figure 17 : Echantillons après four.



Figure 18 : Echantillons dans dessiccateur.



Figure 19 : Pesée des creusets avec échantillons.

♣ *Détermination du taux de la matière minérale :*

MM : matière minérale.

PF : EF + PC (en g).

PF : poids de l'échantillon après four avec le creuset (en g).

EF : poids de l'échantillon après four (en g).

PC : poids du creuset vide (en g).

$$MM(\%) = \frac{(PF - PC) \times 100}{MS(g)}$$

♣ *Détermination du taux de la matière organique :*

MO : matière organique.

MM : matière minérale.

$$MO(\%) = 100 - MM(\%)$$

3.3. Analyse statistique :

L'ensemble des résultats expérimentaux obtenus ont régulièrement été stockés dans des tableaux par le logiciel Microsoft Excel © 2013. Ensuite les données ont été traitées en vue du calcul de la moyenne, le Min., le Max et de l'écart type...etc. et pour chaque analyse, une courbe ou un histogramme de distribution a été réalisée et visuellement inspectée afin de détecter toute mesure aberrante qui ont été supprimées par la suite.

Résultats
et
discussions

1. Analyse de la composition chimique d'*Hedysarum flexuosum* :

1.1. Composition chimique de la plante entière :

1.1.1. Evolution du taux de la matière sèche :

La figure 20 montre que la matière sèche baisse rapidement au cours des stades : rosette, mi- végétatif et fin végétatif avec 6,93%. Selon Horrocks et al. (1999), le taux de matière sèche décroît à cause des insectes et des mollusques qui endommagent une partie ou la totalité des folioles, des feuilles et des tiges. Pendant notre étude, nous avons remarqué des morsures de taille importante des folioles par les escargots et les limaces beaucoup plus.

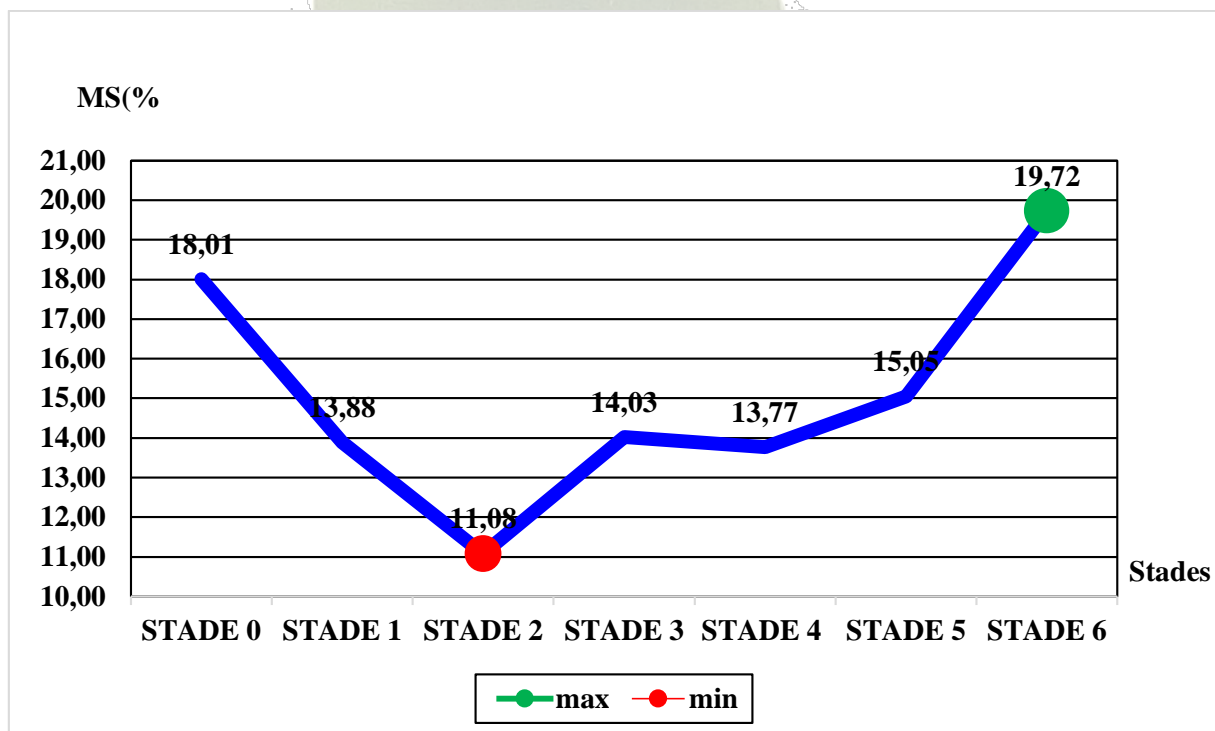


Figure 20 : Evolution du taux la matière sèche de la plante entière d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

A partir du stade fin végétatif jusqu'au stade floraison, nous remarquons une augmentation du taux de la matière sèche, qui est d'autant importante aux deux derniers stades début floraison et floraison. D'après les tableaux 6 et 7, les taux de matière sèche obtenu par kadi et al. (2011) et Djerrah et Derrar (2014) sont supérieurs à celui que nous avons trouvé (57,9%, 17,38 vs 15,05%) respectivement.

Tableau 6 : Composition et coefficient de digestibilité de Sulla fraîche (*Hedysarum Flexuosum*) au Stade floraison comme aliment de croissance des lapins (Kadi et al., 2011)

	Sulla Composition (g/kg DM)	Digestibility	
		Mean (%)	SE
Dry matter	579	52.3	2.31
Organic matter (OM)	843	52.0	2.26
Ash	157	-	-
Crude protein	225	64.4	1.13
Neutral detergent fibre	490	35.5	3.39
Acid detergent fibre	343	28.0	3.18
Acid detergent lignin	108	19.4	13.85
Energy (MJ/kg DM)	17.8	51.6	0.84

Tableau 7 : Composition chimique des deux espèces (*Hedysarum Coronarium* et *Hedysarum Flexuosum*) en fonction des stades végétatifs (Djerrah et Derrar, 2014)

Espèces Stades végétatifs Paramètre mesure	<i>Hedysarum coronarium</i>					<i>Hedysarum flesuosum</i>				
	Hc0	Hc2	Hc4	Hc5	Hc6	Hf0	Hf2	Hf4	Hf5	Hf6
Matière sèche (%)	10,66	10,84	13,11	14,38	16,24	11,39	11,36	11,85	17,38	19,33
Matière minérale (%)	18,00	10,67	10,67	10,67	9,67	15,00	15,00	14,67	15,33	15,67
Matière organique (%)	82,00	89,33	89,33	89,33	90,33	85,00	85,00	85,33	84,67	84,33
Cellulose brute (%)	12,00	12,00	20,00	20,00	30,00	12,00	12,00	16,00	16,00	18,00
Calcium (%)	2,338	1,002	2,004	1,603	0,668	2,338	1,870	2,004	1,402	1,402
Cendres insolubles(%)	5,66	0,66	0,66	0,33	0,33	1,33	1,33	1	1,33	1

1.1.2. Evolution du taux de la matière minérale

D'après la figure 21, la matière minérale diminue du stade rosette jusqu'au stade début bourgeonnement. Ensuite, nous observons une élévation importante tout au long du stade début bourgeonnement jusqu'au début floraison (de 11,43% jusqu'à 13,91%). Cette teneur décroît de 0,86% au stade floraison.

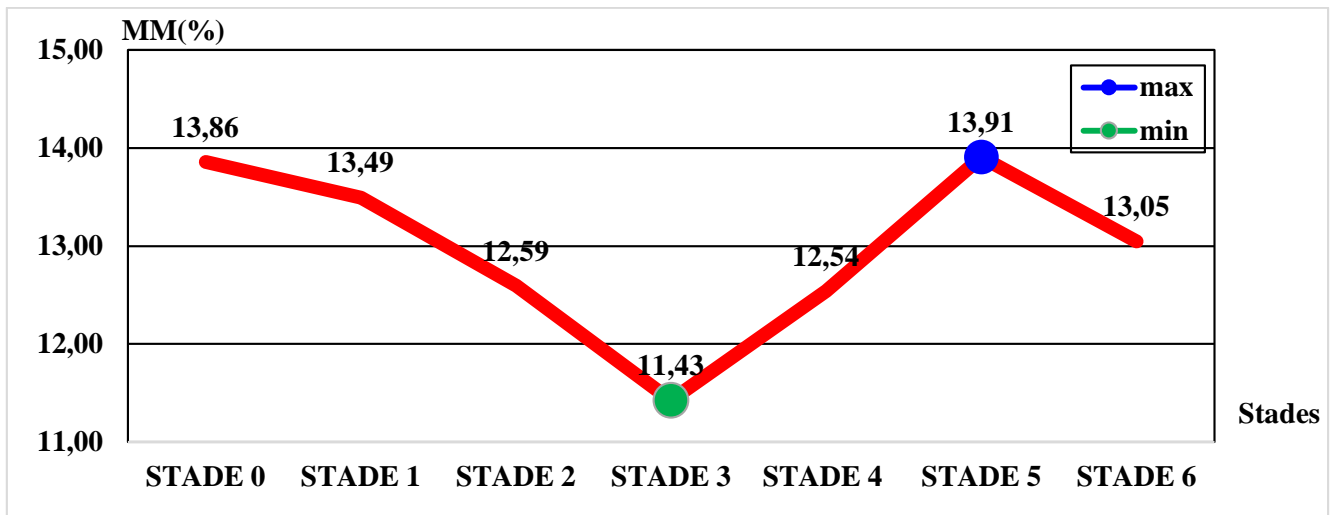


Figure 21 : Evolution du taux de la matière minérale de la plante entière *Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Comme nous l'avons traité dans la partie bibliographique, la teneur en matière minérale du *Sulla* dépend de plusieurs facteurs, notamment le climat et la pluviométrie. De ce fait, le taux de minéraux que nous avons obtenu cette année est inférieur à ceux signalés par Kadi et al. (2011) et Djerrah et Derrar (2014) tableaux 6 et 7.

1.1.3. Evolution du taux de la matière organique

La matière organique évolue de façon remarquable du stade 0 rosette jusqu'au stade 3 début bourgeonnement d'où elle atteint son maximum de 88,57%. Une diminution importante est marquée depuis le stade 3 début bourgeonnement jusqu'au stade 5 début floraison (86,09%).

Figure 22

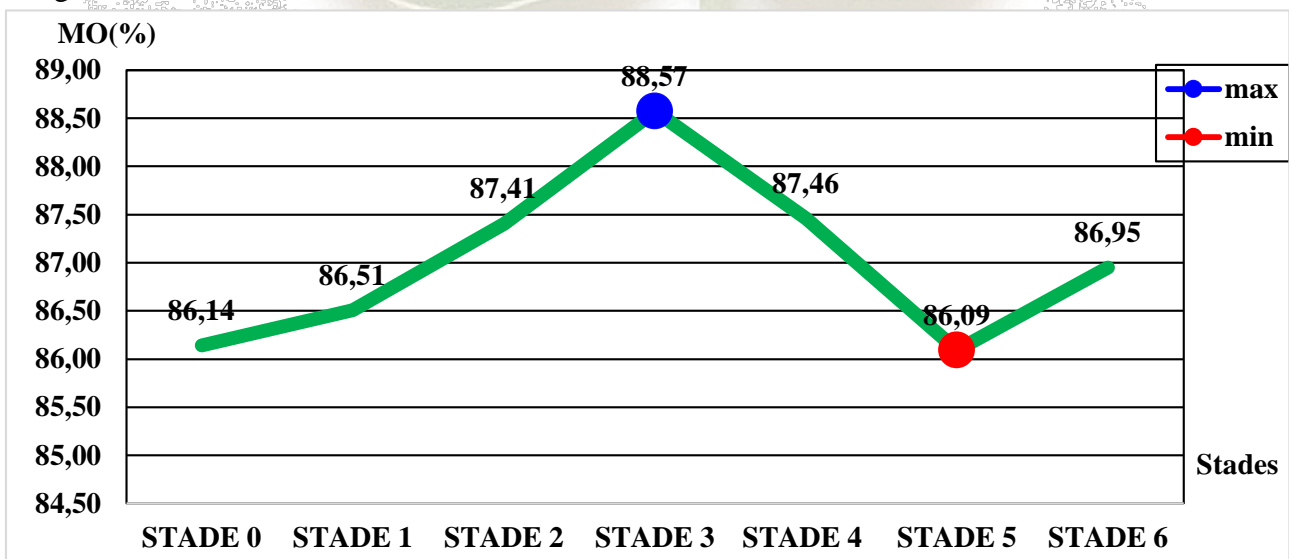


Figure 22 : Evolution du taux de la matière organique de la plante entière d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Cette diminution est due à la variation des radiations solaires captées par les chlorophylles de la plante. Le taux de matière organique, reprend son augmentation au stade floraison. Pour la teneur en matière organique de la plante entière d'*Hedysarum flexuosum*, nous avons réalisé des résultats supérieurs à ceux de : Kadi et al. (2011), Djerrah et Derrar (2014) (84,3% 84,67% vs 86,09%) respectivement.

1.1.4. Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale

Tout comme le montre la figure 23, la matière sèche et la matière minérale diminuent légèrement du stade rosette jusqu'au stade 6 début bourgeonnement. Ces deux paramètres se poursuivent avec des teneurs importantes à partir du stade 3 début bourgeonnement jusqu'au stade 5 début floraison. En effet, la matière sèche est accentuée au stade 6 floraison (19,72 %) et la matière minérale baisse (13,05 %) au sein du même stade.

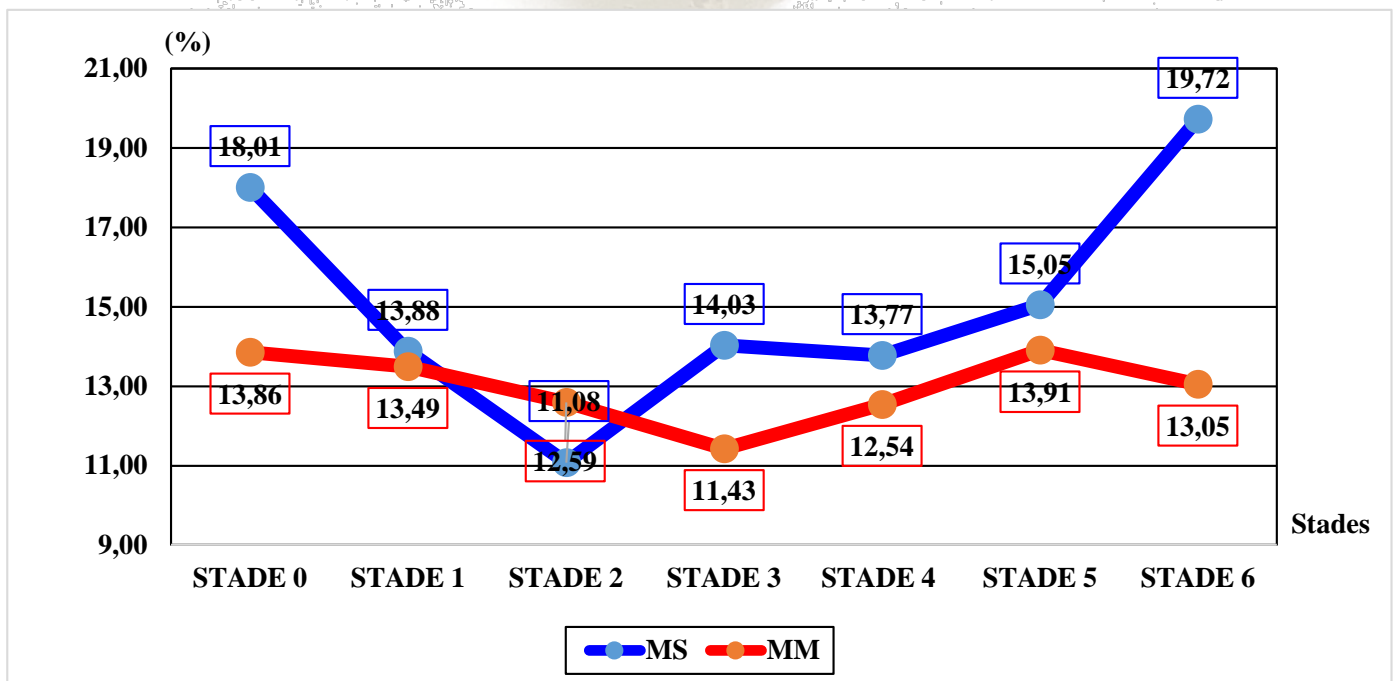


Figure 23 : Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale de la plante entière d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Ce qui indique que la matière minérale d'*Hedysarum flexuosum*, diminue avec le vieillissement et la lignification de la plante.

1.2. Composition chimique des feuilles :

1.2.1. Evolution du taux de la matière sèche

Selon la figure 24, la matière sèche des feuilles d'*Hedysarum flexuosum*, décroît légèrement (0,73%) du stade 1 mi- végétatif au stade 2 fin végétatif, à partir de ce stade, le taux de matière sèche augmente de façon appréciable de 12,82% à 17,03 au stade 3 début bourgeonnement.

Tout au long des stades : début bourgeonnement, bourgeonnement et début floraison, la matière sèche est peu variable (entre 17.03% et 17.36%). Le pic de la matière sèche des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* est marqué pendant le stade 6 floraison.

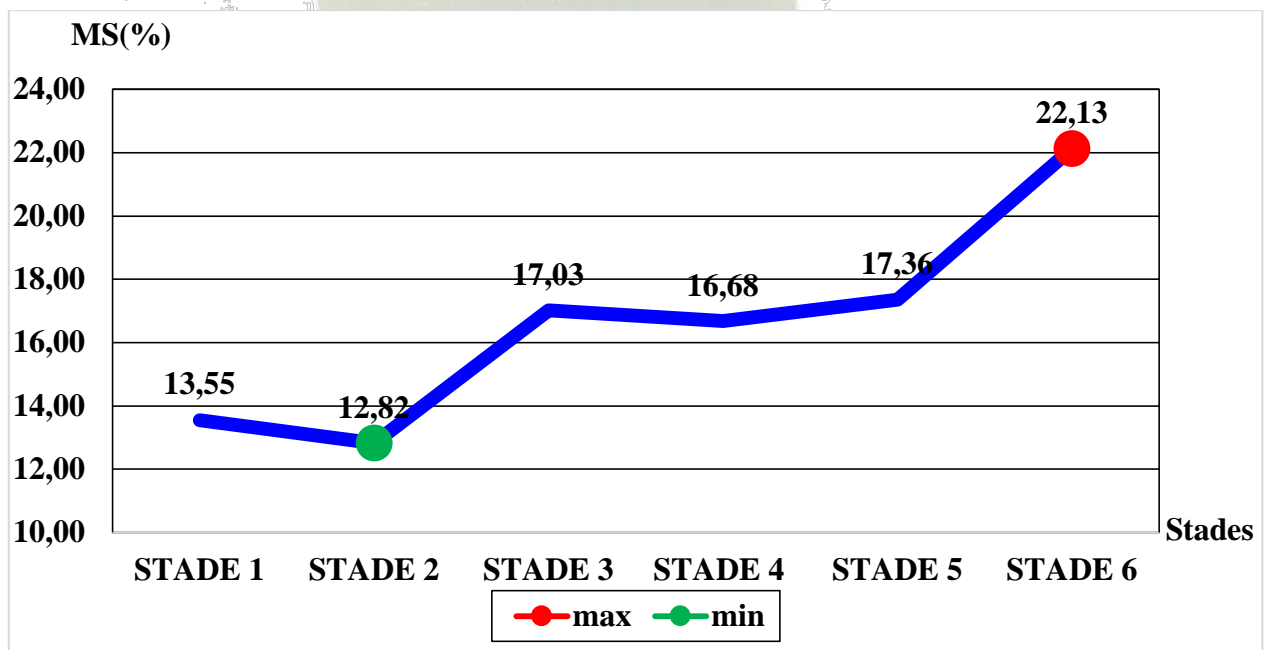


Figure 24 : Evolution du taux de la matière sèche de la feuille d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Cela est dû climat un peu chaud pour un printemps, qui a accéléré la photosynthèse au niveau des folioles, donc leur nombre et leur taille sont élevés, ce qui participe à une accumulation plus importante de la matière sèche au cours des stades végétatifs.

En ce qui concerne les résultats que nous avons trouvé pour les stades 2 fin végétatif et stade 4 bourgeonnement (12,82% ; 16,68% respectivement) sont supérieur à ceux obtenus par Djerrah et Derrar (2014) (11,33% ; 12,01%). Cependant les résultats du stade 5 début floraison (17,37%) est inférieur à celui de Djerrah et Derrar (2014) (18,84%).

1.2.2. Evolution du taux de la matière minérale

La figure 25 montre que la matière minérale des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* croit en parallèle avec l'âge, partant d'un minimum de 10,70 % au stade 1 mi- végétatif jusqu'à un maximum de 16,13% au stade 6 floraison.

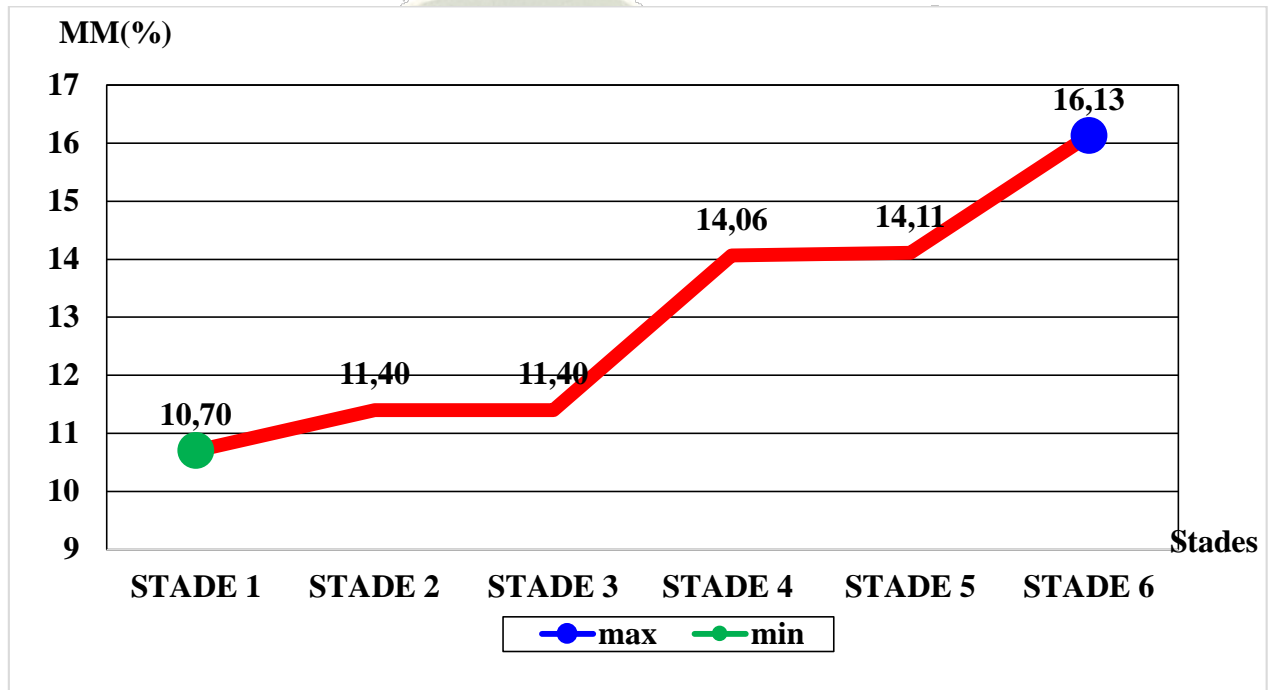


Figure 25 : Evolution du taux de la matière minérale des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Les taux de matière minérale des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* au cours des stades bourgeonnement (14,06%) et floraison (16,13%) sont supérieurs à ceux d'*Hedysarum coronarium L.*, obtenus par Gaetano e al (2016) pour les mêmes stades végétatifs (12,1% et 14,1) respectivement.

Il à noter que les feuilles d'*Hedysarum flexuosum* sont riches en minéraux, tout au long de leur cycle végétal.

1.2.3. Evolution du taux de la matière organique :

D'après la figure 26, la matière organique des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* est à son maximum (89,30%) pendant le stade1 mi- végétatif. A partir de ce stade, une diminution en ralentie est remarquable jusqu'au stade 6 floraison (de 89,30 % jusqu'à 83,87%).

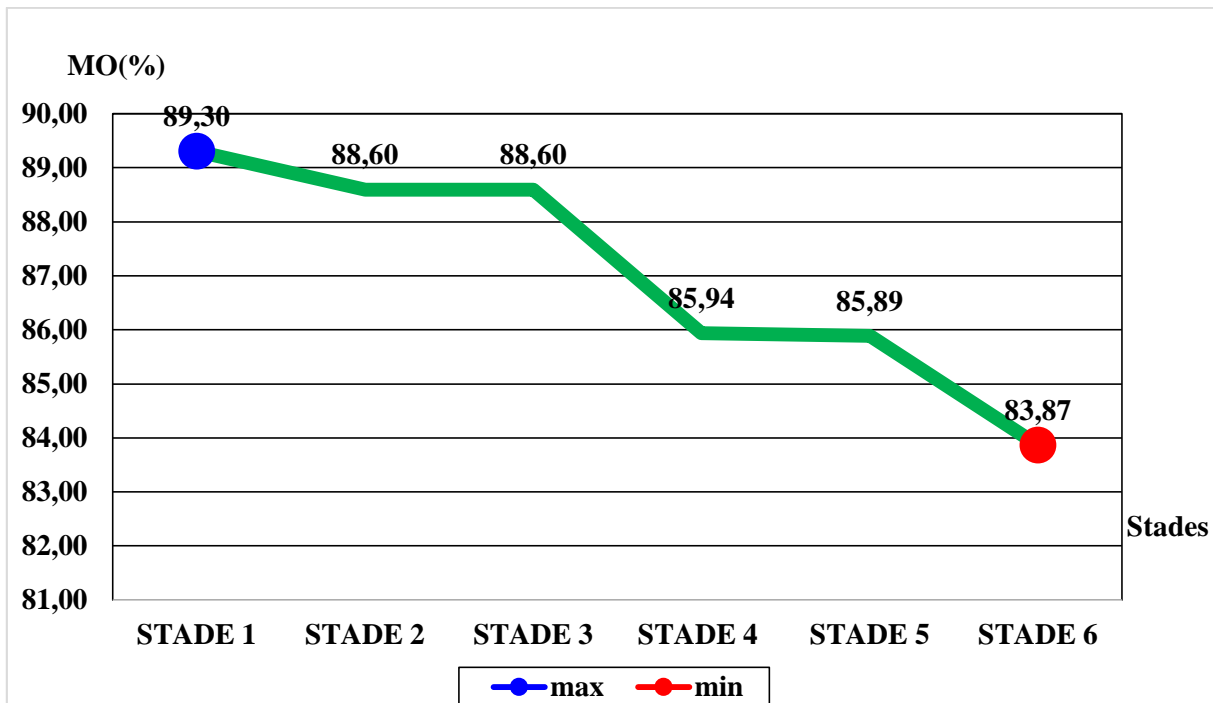


Figure 26 : Evolution du taux de la matière organique des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

La matière organique des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* change au sens inverse de l'évolution de la feuille. Pour cela la teneur la plus importante (89,30%) en matière organique est atteinte au stade 1 mi- végétatif, étant donné que Djerrah et Derrar (2014) ont trouvé la valeur maximale (86,33%) de la matière des feuilles au stade 4 bourgeonnement. Cette variation des résultats est liée à l'élévation des températures qui accélère la croissance et la lignification des feuilles.

1.2.4. Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale

L'évolution de la matière minérale des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* suit positivement celle de la matière sèche. Ces deux paramètres augmentent en fonction du stade végétatif. Les teneurs les plus importantes pour la matière sèche et la matière minérale sont marquées au stade 5 début floraison (17,36% et 14,11%) ainsi qu'au stade 6 floraison (22,13 et 16,13%) respectivement (figure 27).

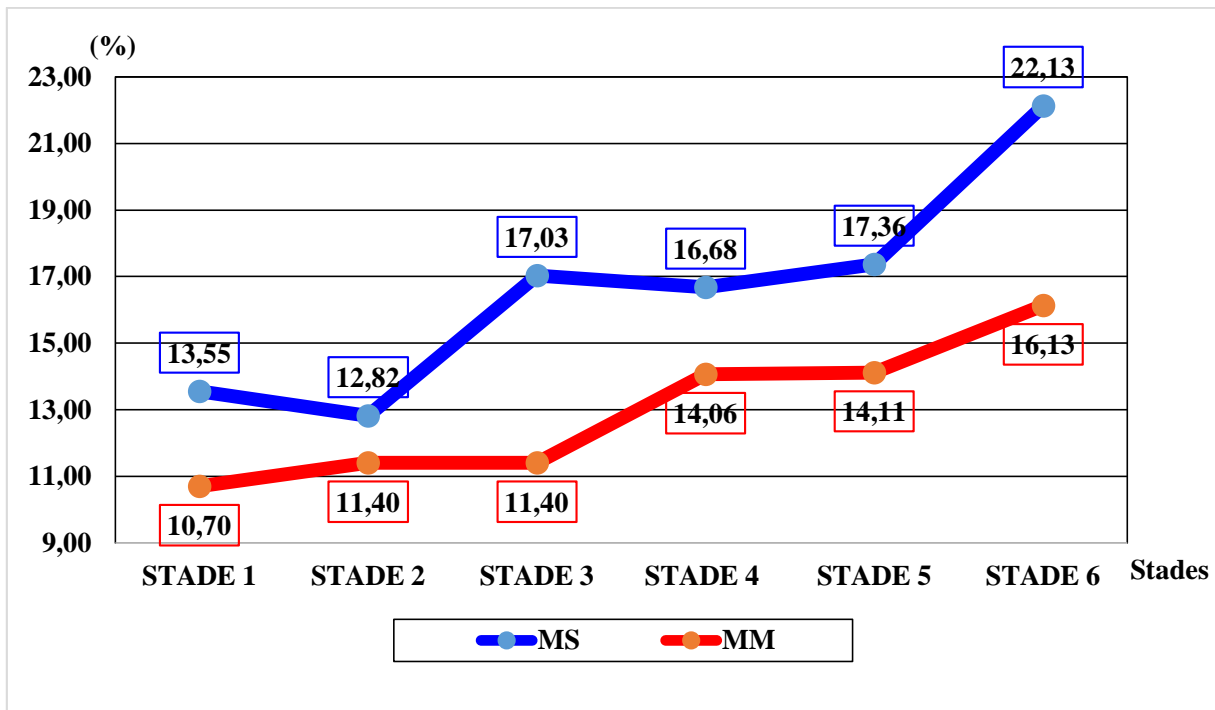


Figure 27 : Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

D'après la figure 27, nous déduisons que la matière minérale des feuilles d'*Hedysarum flexuosum* augmente au fur et à mesure que la matière sèche des feuilles évolue en fonction de l'âge de la plante, qui est considéré comme un facteur principale de variation de la composition chimique du fourrage, selon Jarrige et al. (1995).

1.3. composition chimique des tiges :

1.3.1. Evolution du taux de la matière sèche

La figure 28 montre une diminution du taux de la matière sèche de 2,15% au stade 2 fin végétatif, sinon à partir de ce stade, nous observons une évolution positive de la matière sèche avec l'âge de la plante de 6,41% jusqu'à 17,00 % au stade floraison. Comme nous l'avons déjà expliqué, la décroissance de la matière sèche durant le stade fin végétatif est due aux morsures des limaces, des escargots ainsi que d'autres insectes.

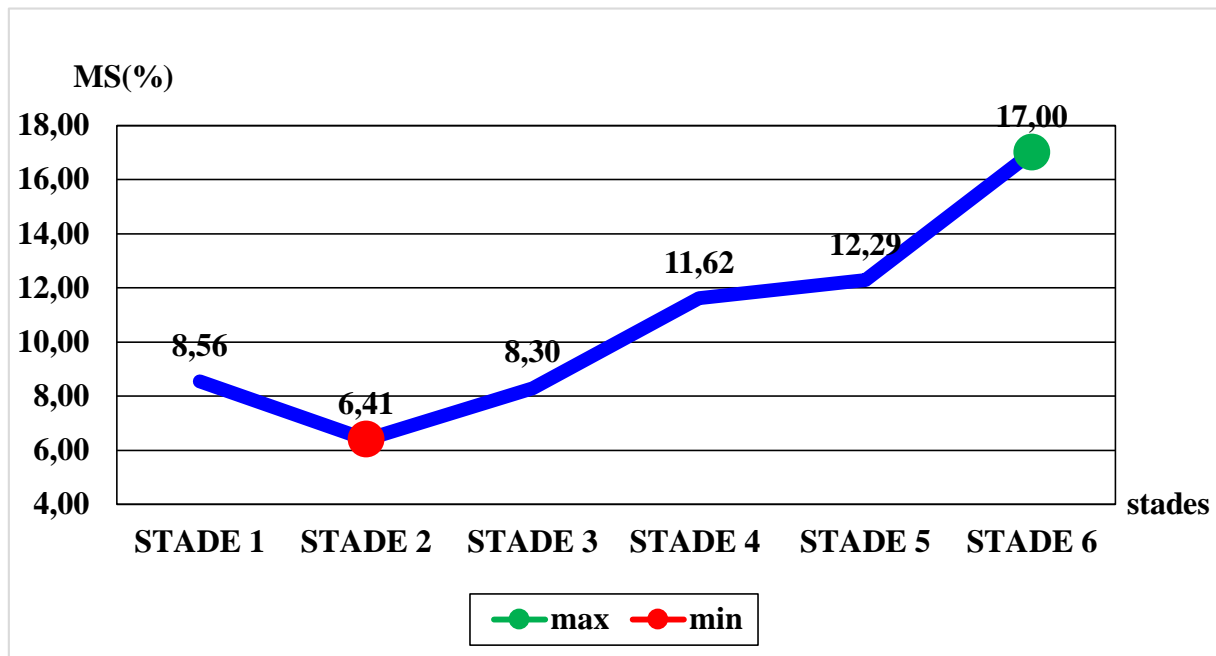


Figure 28 : Evolution du taux de la matière sèche des tiges d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Le taux de matière sèche que nous avons obtenu du stade 2 fin végétatif (6,41 %) est proche de celui obtenu par Djerrah et Derrar (2014) (7,41%). Selon les mêmes auteurs, la valeur maximale de la teneur en matière sèche au stade floraison est de 24,15%, alors que le pic de la matière sèche de la tige d'*Hedysarum flexuosum* que nous avons trouvé est de 17%. Il est à noter que l'évolution du taux de la matière sèche des tiges du *Sulla* est très influencée par les changements climatiques.

1.3.2. Evolution du taux de la matière minérale :

D'après la figure 29, la teneur en matière minérale diminue de 15,10% au stade mi-végétatif à 12,32% au stade début floraison, puis elle augmente avec 1% au stade floraison.

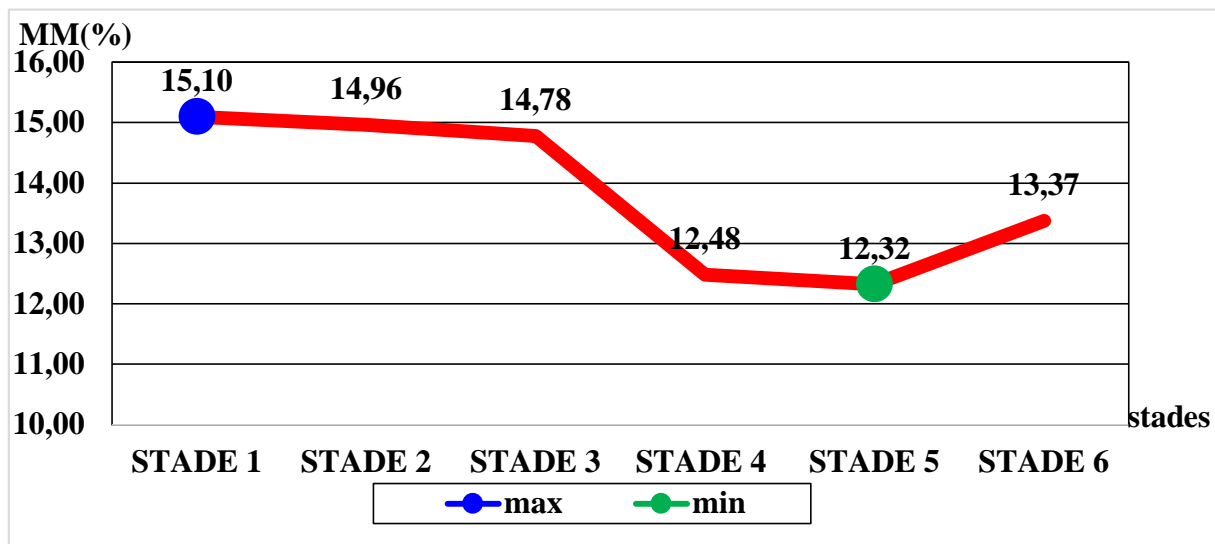


Figure 29 : Evolution du taux de la matière minérale dans la tige d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Selon Gaetano et al. (2016), la tige d'*Hedysarum coronarium* L. a des teneurs en matière minérale inférieure à celle de la tige d'*Hedysarum flexuosum* tout au long des stades : bourgeonnement et floraison (10,6% et 10% vs 12,48 et 13,37%) respectivement.

Il faut signaler qu'avec le vieillissement de la plante, la teneur en matière minérale de la tige d'*Hedysarum flexuosum* diminue à cause de la lignification des constituants pariétaux.

1.3.3. Evolution du taux de la matière organique :

La matière organique dans la tige d'*Hedysarum flexuosum* croît avec l'âge de la plante tout au long des stades mi- végétatif avec 84,90% jusqu'au stade début floraison avec une valeur maximale de 87,52% ; ensuite elle diminue avec 1% au stade floraison (figure 30).

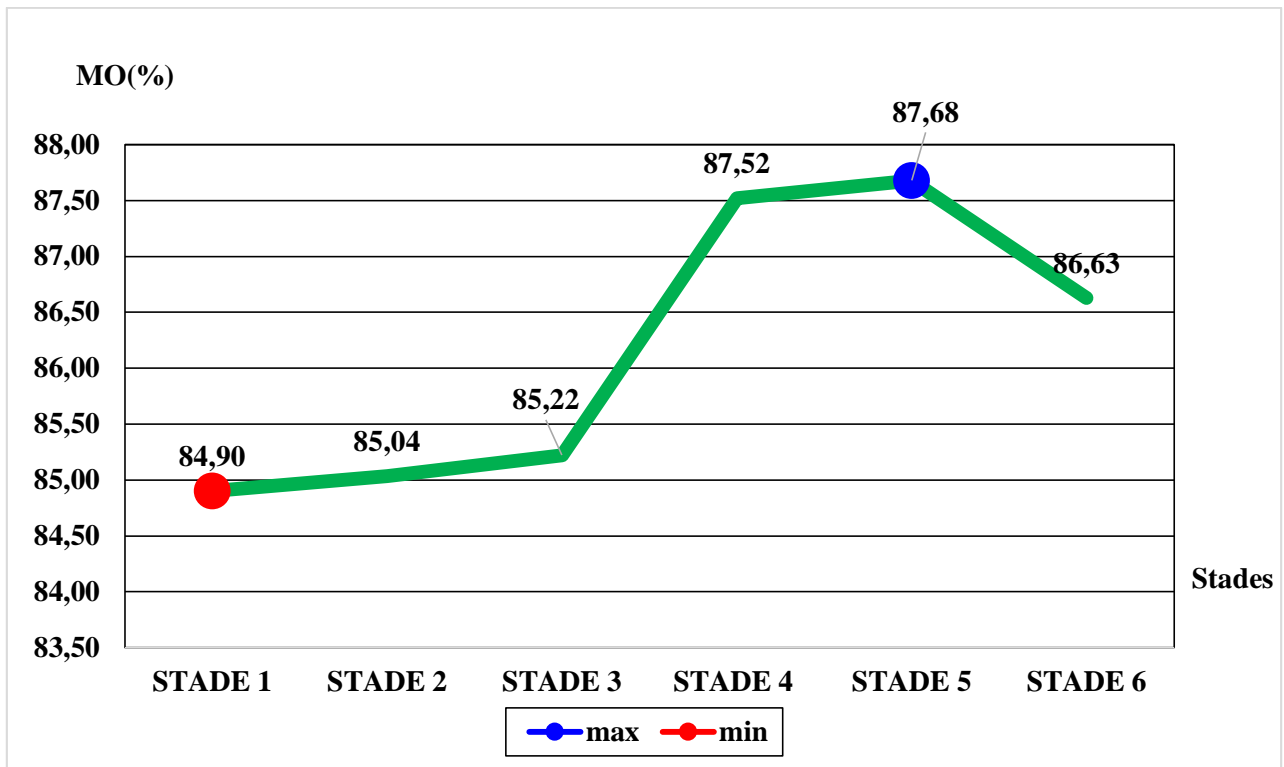


Figure 30 : Evolution du taux de la matière organique dans la tige d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Ces variations du taux de la matière organique que nous avons trouvées, ne peuvent être justifiées que par l'effet de nombreux facteurs sur la composition chimique des légumineuses, notamment le type de sol, la pluviométrie et l'intensité de radiation solaire.

1.3.4. Evolution du taux de la matière sèche et de la matière minérale

Dans la figure 31, la matière minérale dans la tige de *Hedysarum flexuosum*, évolue inversement à l'augmentation du taux de la matière sèche et de l'âge de la plante, celle-là s'étend depuis le stade végétatif jusqu'au stade début bourgeonnement (12,48%et 11,62%) où les proportions de matière sèche et de matière minérale sont presque les mêmes jusqu'au stade début floraison (12,32 %et 12,29%).

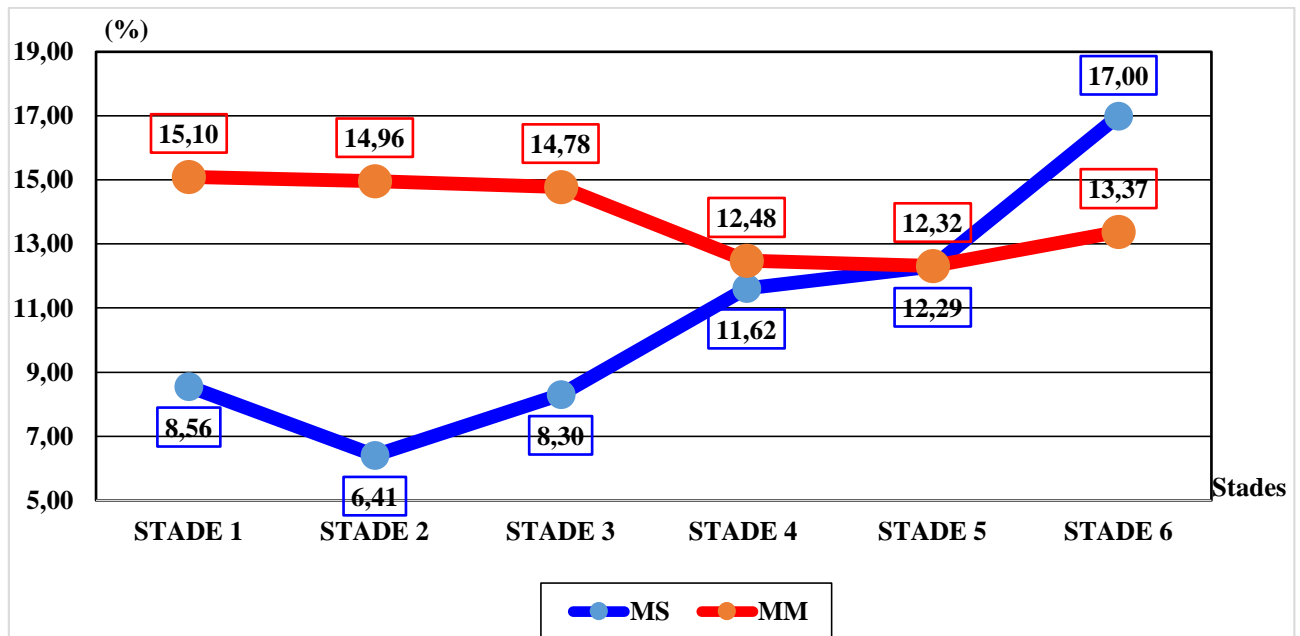


Figure 31 : Evolution des taux en matière sèche et en matière minérale dans la tige d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs

Au court du stade floraison, la matière sèche augmente et la matière minérale diminue à cause du vieillissement et la lignification de la plante.

1.4. Composition chimique des bourgeons :

1.4.1. Evolution du taux de la matière sèche

Les deux histogrammes (figure 32) représentant des stades début bourgeonnement et bourgeonnement, montrent que la matière sèche des bourgeons augmente de 18,48% à 20,99%. Cette augmentation est due la croissance du bourgeon d'un stade à un autre.

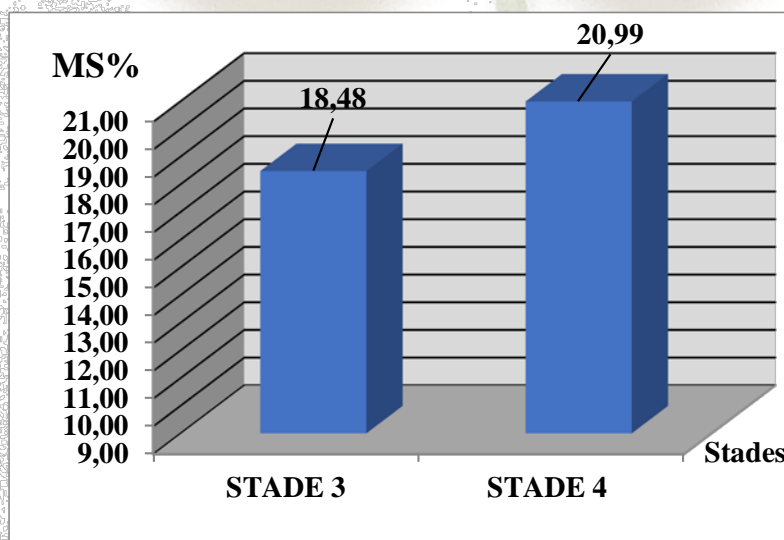


Figure 32 : Evolution du taux de la matière sèche des bourgeons d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

1.4.2. Evolution du taux de la matière minérale

D'après la figure 33, le taux de matière minérale dans les bourgeons évolue de 8,55% jusqu'à 8,62%, une élévation modérée de 0,07%. Il faut signaler que, la matière minérale des bourgeons chez *Hedysarum flexuosum* augmente avec l'âge de la plante.

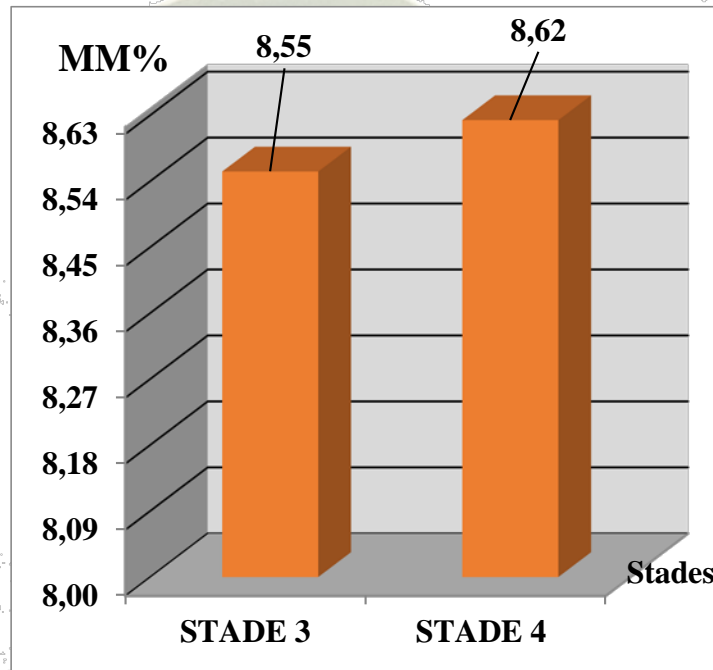


Figure 33 : Evolution du taux de la matière minérale dans les bourgeons d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

1.4.3. Evolution du taux de la matière organique

D'après la figure 34, le taux de matière de matière organique diminue avec 0,07% du stade début bourgeonnement au stade bourgeonnement. la proportion de la matière organique dans les bourgeons dépend de la hauteur de la plante et des radiations solaires captées par les feuilles.

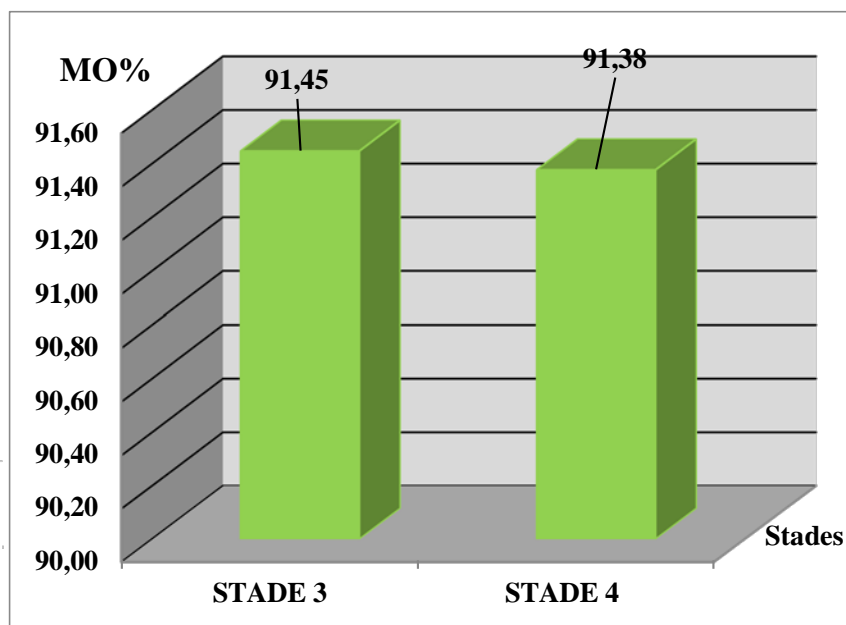


Figure 34 : Evolution du taux de la matière organique dans les bourgeons d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

1.4.4. Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale

Selon la figure 35, le taux de matière sèche au stade début bourgeonnement est inférieur au taux de matière sèche au stade bourgeonnement (18,48% vs 20,99%). Alors que la matière minérale du stade début bourgeonnement et stade bourgeonnement des bourgeons sont très proches (8,55 % ; 8,62%).

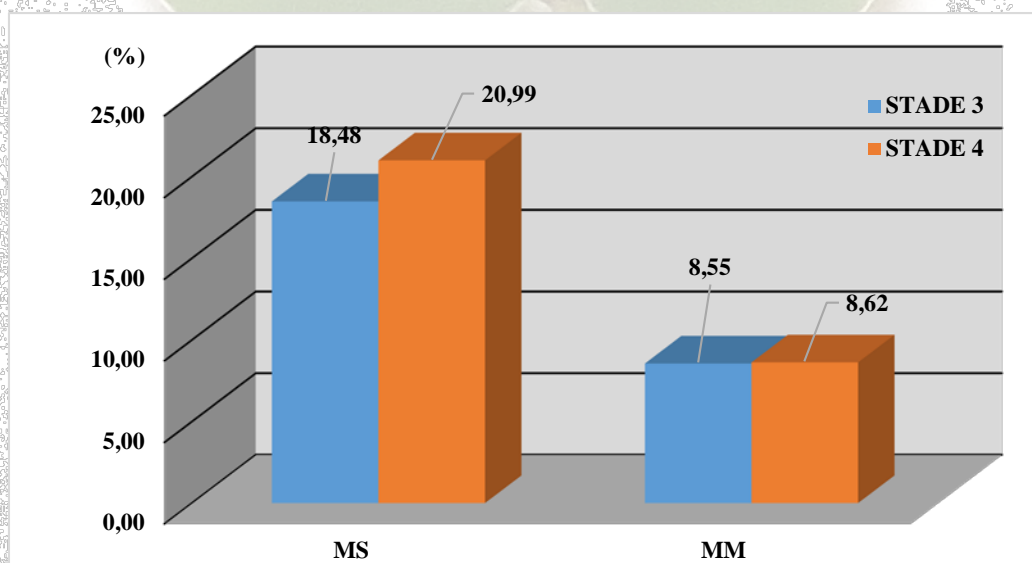


Figure 35 : Evolution des taux de matière sèche et de matière minérale des bourgeons chez *Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs

Les bourgeons d'*Hedysarum flexuosum*, au début de leur apparition sont gorgés d'eau, ce qui fait que le taux de matière sèche est inférieur au taux de matière minérale pendant le stade début bourgeonnement. Par contre, avec le développement de la plante, la matière sèche des bourgeons évolue, ainsi que la matière minérale en fonction du stade végétatif.

1.5. Composition chimique des fleurs :

1.5.1. Evolution du taux de la matière sèche

La matière sèche des fleurs d'*Hedysarum flexuosum*, évolue positivement avec l'âge de la plante (de 18,93% au stade début floraison, à 21,15% au stade floraison). A partir de la figure 36 nous constatons que les fleurs d'*Hedysarum flexuosum* sont riches en matière sèche.

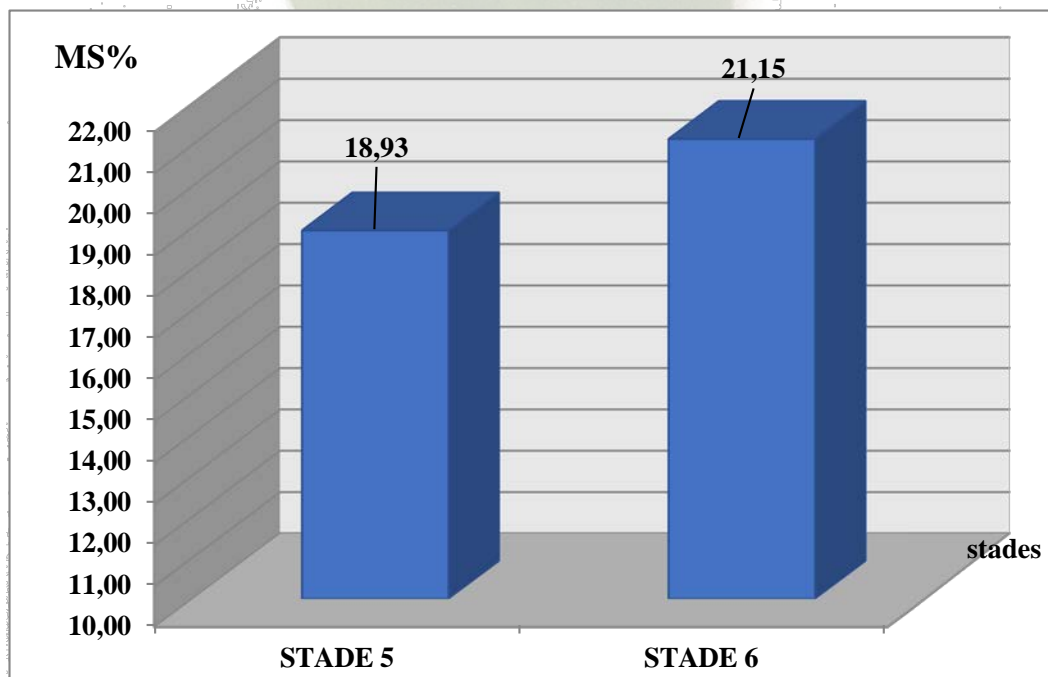


Figure 36 : Evolution du taux de la matière sèche des fleurs chez *Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

1.5.2. Evolution du taux de la matière minérale

A partir de la figure 37, nous observons que la matière minérale des fleurs d'*Hedysarum flexuosum* est importante au stade 5 début floraison (8,81%). Pendant le stade 6 floraison, une diminution de 0,68% est observée.

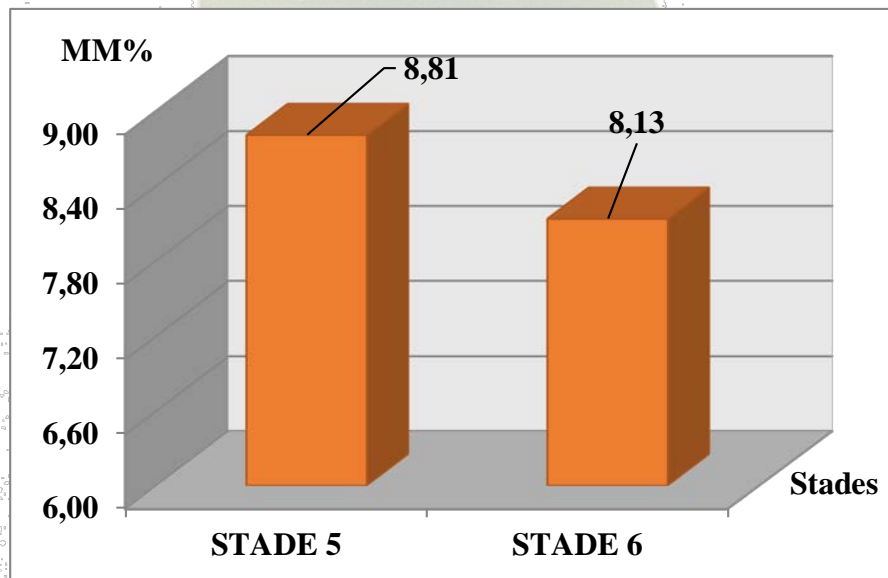


Figure 37 : Evolution du taux de la matière minérale des fleurs chez *Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Ces variations de la teneur en matière minérale peuvent être expliquées par l'âge de la plante, le type du sol et le climat. Il est à noter que la matière minérale des fleurs chez *Hedysarum flexuosum* diminue avec le vieillissement de la plante.

1.5.3. Evolution du taux de la matière organique :

La matière organique des fleurs chez *Hedysarum flexuosum* évolue positivement avec l'âge de la plante de 91,19% au stade début floraison à 91,87% au stade floraison (figure 38)

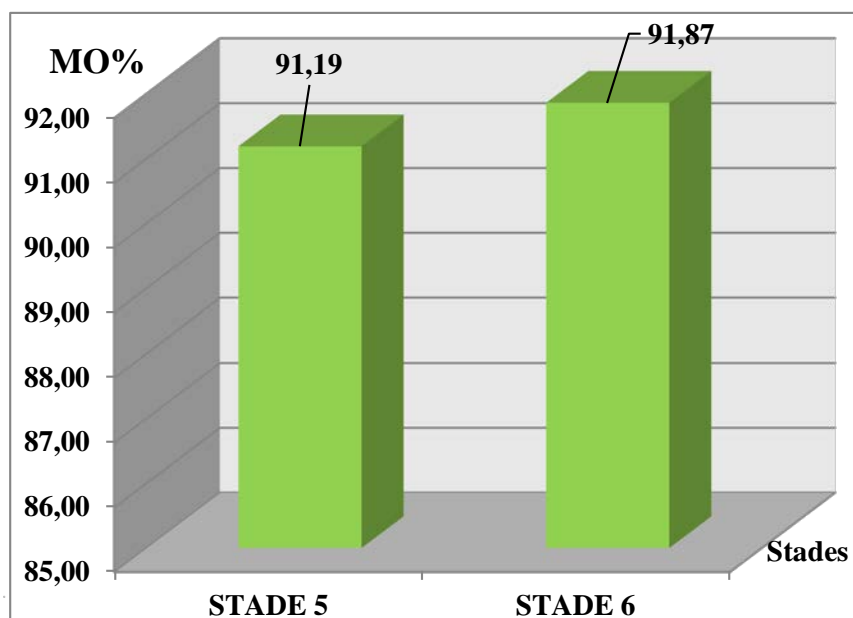


Figure 38 : Evolution du taux de la matière organique des fleurs chez *Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

Ce qui permet de dire que la matière organique des fleurs chez *Hedysarum flexuosum* est liée à l'âge et la taille de la plante, ainsi qu'à l'intensité des rayonnements solaires captés par les chlorophylles des feuilles.

1.5.4. Evolution des taux de la matière sèche et de la matière minérale :

Selon la figure 39, la matière sèche des fleurs évolue avec 2,22% en passant du stade début floraison au stade floraison. Cependant la matière minérale diminue légèrement 0,68% tout au long des stades : début floraison et floraison. Cela, indique que la matière minérale des fleurs d'*Hedysarum flexuosum*, varie inversement avec l'âge de la plante.

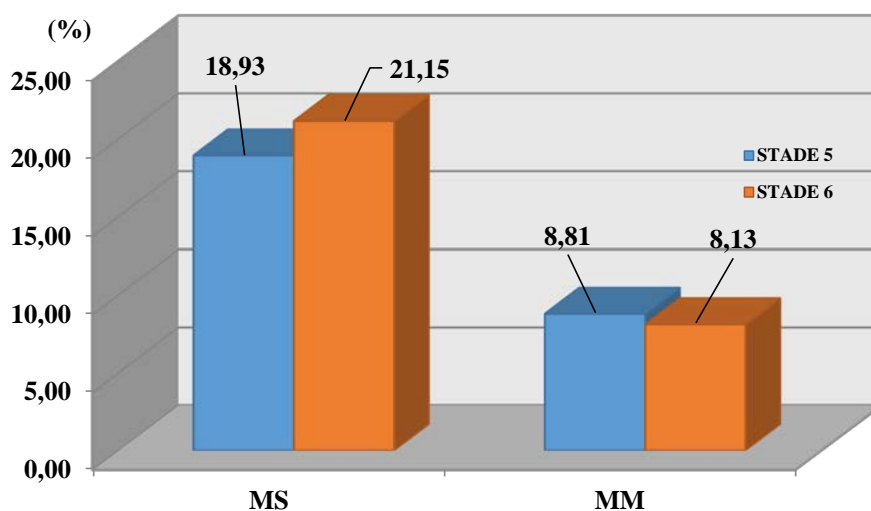


Figure 39 : Evolution des taux de matière sèche et de matière minérale des fleurs d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

L'ensemble des résultats que nous avons obtenue sur les différentes parties anatomiques (plantes entières, feuilles, tiges, bourgeons, fleurs) de l'espèce *Sulla : Hedysarum flexuosum* sont résumés dans les figure 40, 41, 42.

1.6. Evolution des taux des matières sèches des différentes parties de la plante :

Cette figure 40 représente l'évolution des matières sèches des différentes parties de la plante, nous remarquons dans ces courbes il y'a diminution du taux de MS du stade resette (stade 0) au stade végétatif (stade 2) ce qui indique que la plante est gorgée d'eau dans cette période. Nous observons ensuite une progression du taux de MS pour les stades suivant cela est due à la lignification de la plante.

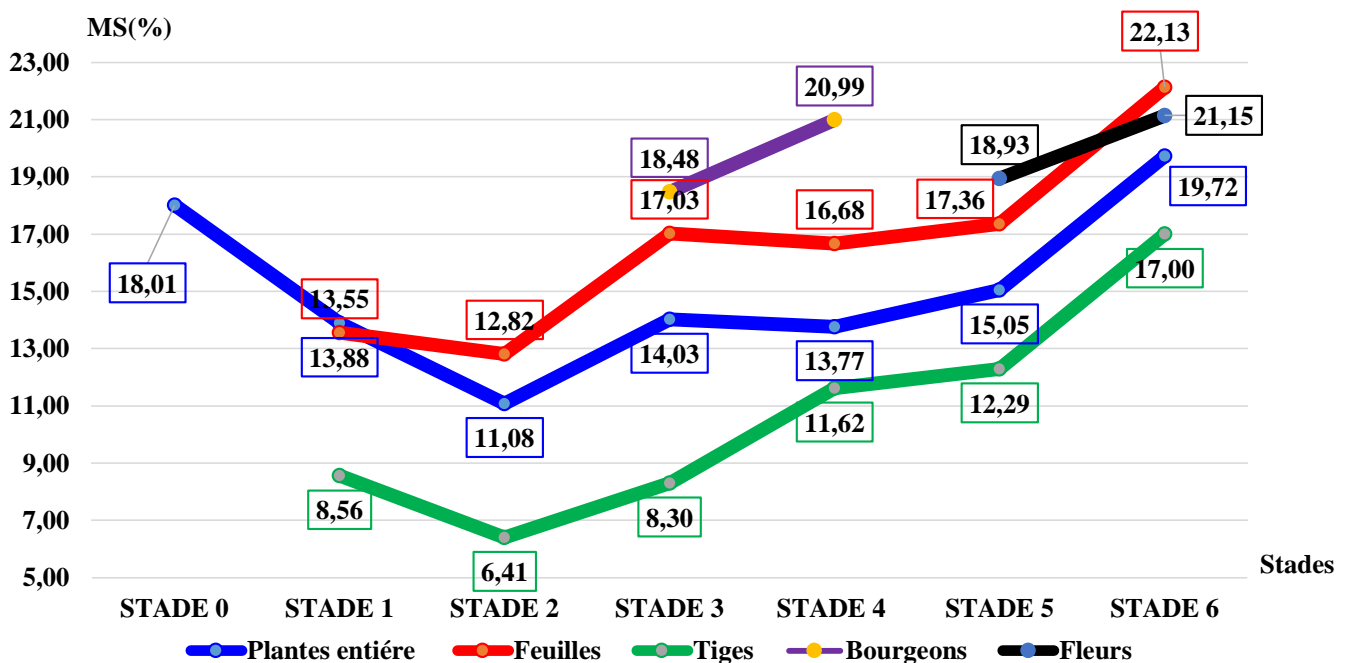


Figure 40 : Evolution des taux des matières sèches des différentes parties anatomiques d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

1.7. Evolution des taux des matières minérales des différentes parties de la plante :

Selon la figure 41, nous montre l'évolution de matières minérales des différentes parties morphologiques de la plante en fonction des stades végétatifs. En observant ces courbes nous remarquons une diminution puis une progression de MM. Par conséquent il y'a une liaison étroite entre la matière minérale et la matière sèche.

La variation de la matière minérale dépend entièrement de l'activité chlorophyllienne et métabolique de la plante.

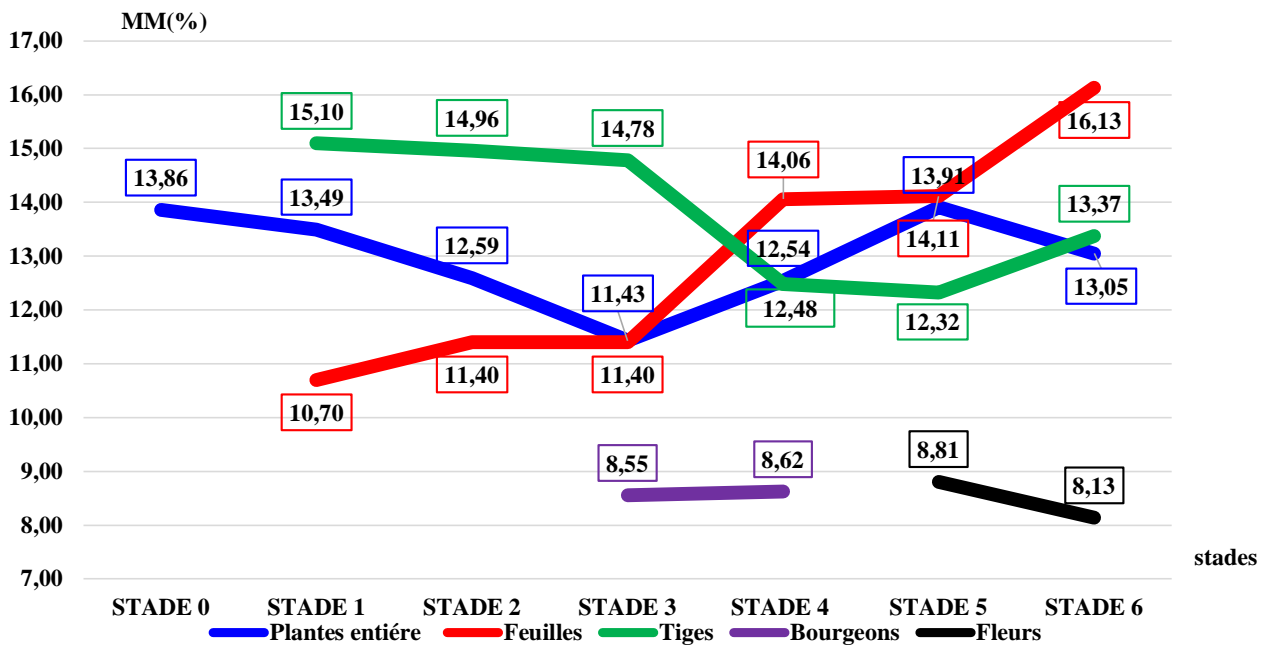


Figure 41 : Evolution des taux des matières minérales des différentes parties de la plante *Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

1.8. Evolution des taux des matières organiques des différentes parties de la plante :

D'après la figure 42, nous observons une progression au début des phases puis une diminution des taux de matières organiques. Il est à noter que la MO évolue à contrario que la matière sèche.

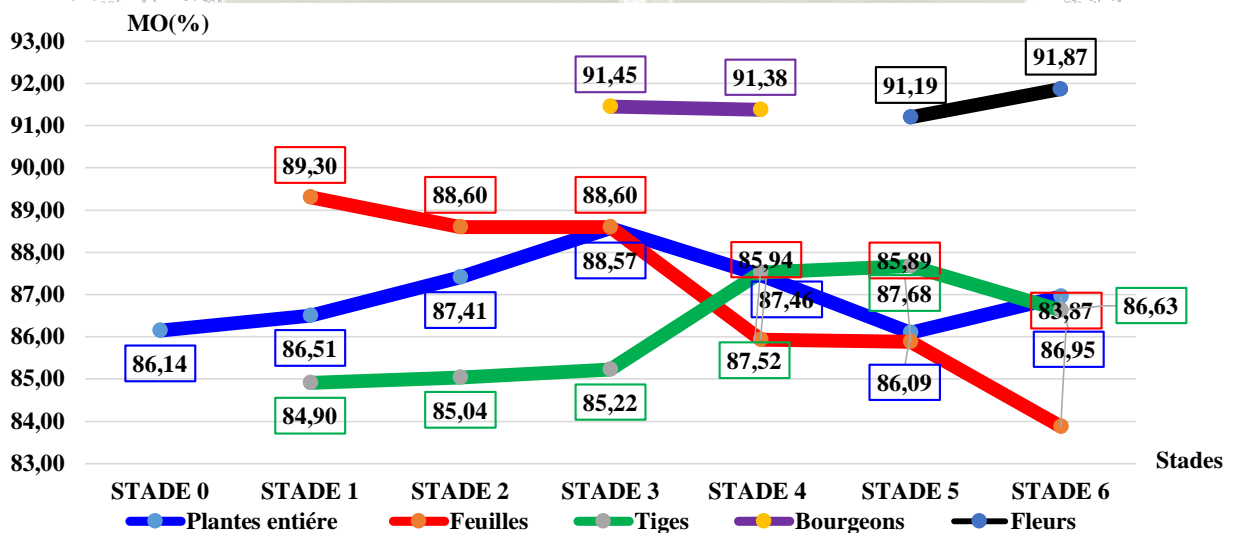


Figure 42 : Evolution des taux des matières organiques des différentes parties de la plante *Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs.

D'après ces trois dernière figures, plus la matière sèche augmente plus il y a une augmentation de la matière minérale et un abaissement de la Matière organique.

Conclusion générale

Notre étude a traité l'évolution de la matière sèche, matière minérale et de la matière organique pour chaque partie (plante entière, feuilles, tige, bourgeon et fleurs) d'*Hedysarum flexuosum* en fonction des stades végétatifs afin de déterminer un stade optimum de coupe pour cette légumineuse fourragère.

A partir des résultats que nous avons obtenus, nous concluons que la matière sèche et la matière minérale de la plante entière évoluent avec l'âge de la plante, excepté pour les stades : rosette dont les deux teneurs décroissent anormalement jusqu'au stade fin végétatif pour MS (18 à 11,08% de MS) et début bourgeonnement pour MM (13,86 à 11,43% de MM), ainsi qu'une diminution de la matière minérale marquée à partir du début floraison jusqu'au stade floraison (13,91 à 13,05% de MM) à cause de la lignification de la plante. Nous déduisons aussi que la matière organique de la plante entière augmente de 86,14% (stade rosette) pour atteindre un pic de 88,57% (stade début bourgeonnement).

Concernant, la composition chimique des feuilles, nous constatons que les teneurs en matière sèche et en matière minérale augmentent du stade mi- végétatif au stade floraison (13,55 à 22,13% de MS et 10,70 à 16,13% de MS), alors que la matière organique diminue au fur et à mesure que la plante d'*Hedysarum flexuosum* vieillisse.

Il est également important de signaler que la matière minérale et la matière sèche de la tige ont presque les mêmes proportions au cours des stades bourgeonnement et début floraison (12,29% de MS et 12,32% de MM). De ce fait, nous concluons que, pour une tige d'une légumineuse spontanée et qui n'est pas entretenue, nous constatons que c'est un atout de la nature vu que la plante à ces deux stades est peu lignifiée comparé au stade de formation de gousses.

Nous notons aussi des teneurs très élevées de matière organique chez les bourgeons (91,45% de MO) et les fleurs (91,87% de MO) au cours des stades début bourgeonnement, bourgeonnement, début floraison et floraison. Ces hautes proportions en matière organique, nous ont bien montré l'effet des radiations solaires sur la photosynthèse de la plante, plus la durée d'ensoleillement est longue, plus la répartition de matière organique est d'autant importante au niveau des bourgeons et des fleurs.

Pour cela, afin de réaliser une coupe qui englobe à la fois une valeur fourragère quantitative et qualitative, il est préférable de faucher au stade début floraison, c'est à ce stade qu'*Hedysarum flexuosum* atteint son optimum en matière sèche, en matière minérale et en matière organique avec moins de constituant pariétaux au niveau des feuilles et des tiges.

Une poursuite d'analyse chimique pour les paramètres (protéines, oligoélément, fibres) que nous n'avons pas pu réaliser est nécessaire, cela permettra de déterminer la valeur nutritive d'*Hedysarum flexuosum* afin de mieux connaître ses apports nutritifs et son aptitude à couvrir les besoins alimentaires des ruminants.

Références bibliographique

A :

- Abdelguerfi-Berrekia, R., 1985. Contribution à l'étude du genre *Hedysarum L.* en Algérie. Thèse Magister, I.N.A., 1-131.
- Abdelguerfi-Berrekia, R., Abdelguerfi, A., Bounaga, N., et Guittoneaug, G., 1991. Répartition des espèces spontanées de genre *Hédysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie. Fourrages. 126: 187-207.
- Abdelguerfi-laouar M., Belarbi, N., mebarkia, A., Abdelguerfi, A., 2002. Etude de comportement de quelques populations d'*Hedysarum coronarium* dans la région de Sétif. Institut national de la recherche agronomique Algérie(INRAA).
- Akouche A., et Hocine, M. 2008. Impact d'une contrainte hydrique sur la germination des gaines de deux espèces *Hédysarum flexuosum et H. coronarium*. Mémoire d'ingénieur. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.
- Allison, D.W., 1971. Influence of photoperiod and thermoperiode on the IVDMD and cell wall components of tall fescue. Corp. Science, p456-458p.
- Amrani, O., 2006. Valeur nutritive du chardon marie (*Silybum marianum (l) Gaerthn*) "Tawra". Mémoire de magister. Université El Hadj Lakhdar de Batna. Faculté des sciences Département d'agronomie. 86p
- Andrée, A., Leboeuf A., Lemieux,Ch., Landry, S., 2015. L'utilisation des tanins dans l'alimentation ovins pour prévenir le parasitisme. Revue de littérature .Québec .
- Athenas, F.L., 2016. Chapitre 1 : la culture. MVAD (Mission de Valorisation Agricole des Déchets) – Ile de La Réunion. . Visité : 27/03/2017. <http://www.mvad-reunion.org/FCKeditorFiles/File/guide/Chap1.pdf>

Références bibliographiques :

- Aufrère, K., Theodoridou, R., Baumont, 2013. Valeur agronomique et alimentaire du sainfoin. Clermont university. Vetagro Sup, UMR Herbivores. Clermont Ferrand (France).

B:

- Ben Emna, M., 1991. Analyse du système fourrager de l'agrocombinat El Alem et perspectives d'amélioration. Mémoire de fin d'études du cycle de spécialisation de l'I.N.A Tunisie. 136p.
- Ben Fadhel N., Boussaid, M., Manakchi, M., 1997. Variabilité morphologique et isoenzymatique de populations naturelles maghrébines d'*Hédysarum flexuosum* L. Al Awamia 96. Pp77-90.
- Ben Fadhel, N., Afif, M., et Boussaïd M. 2006, Structuration de la diversité génétique de *Hedysarum flexuosum* en Algérie et au Maroc. Implications sur sa conservation. Eds. Fourrages. 186, 229-240.
- Ben Jeddi, F. 1996. Le Sulla ensilage : possibilités et limites. Journée d'information sur les ensilages. Hammamet, Tunisie.
- Ben Jeddi, F., 2005. *Hedysarum coronarium* L. : variation génétique, création variétale et utilisation dans les rotations tunisienne. Thèse du doctorat, Hammamet, Tunisie.
- Baumont .R, Aufrere, J., Theodoridou, K. 2012. Valeur alimentaire pour les ruminants des légumineuses contenant des tanins condensés en milieux tempérés .INRA prod.Anim, 25(1) ,29-44.
- Bélanger, G., 1992. La gestion des coupes .Agriculture et agroalimentaire Canada. Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Québec.
- Bernadette, J., Christian H. 2010. Quelles légumineuses fourragères (espèce et variété) et quelle conduite pour améliorer l'autonomie protéique des élevages herbivores ? Carrefour de l'innovation agronomique. INRA-Paris.

Références bibliographiques :

- Bonanno, A., Di Grigoli, A., Stringi, L., Di Miceli, G., Giambalvo, D., Tornambè, G., Vargetto, D., Alicata, M. L., 2007. Intake and milk production of goats grazing sulla forage under different stocking rates. *Italian J. Anim. Sci.*, 6 (1s): 605–60.
- Borreani, G., Ciotti, A., Peiretti, P.G., Re G. A., Roggero P. P., Sargenti P. Sulas L. Valente M. E. 1999. Relazioni tra stadio morfologico di sviluppo, prodotti vità equalità del foraggio della Sulla (*Hedysarunz coronarium* L.) in due ambienti collinari. *Riv. Agron.* 33:170-176.
- Borreani, G., Roggero, P.P., Sulas, L., and Valente M.E., 2003. Quantifying Morphological Stages to Predict the Nutritive Value in Sulla (*coronarium* L.) Published in *Agron. J.* 95: 1608-1617.
- Boussaid, M., Ben Fadhel, N., Trifi-Farah N., Abdelkefi, A., Marrakchi, M., 1989. Les ressources méditerranéennes du genre *Hedysarum*. ed. INRA (Paris). 219p.
- Buckmaster, D. R., 1993. Alfalfa raking losses as measured on artificial stubble. *American Society of Agricultural Engineers* 36: 645-651.
- Burke, J. L., Waghorn, G. C., Brookes, I. M., 2002. An evaluation of sulla (*Hedysarum coronarium*) with pasture, white clover and lucerne for lambs. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.*, 62: 152–156.
- Buxton, R.D, David R. M., Kenneth J. M. 1995. Forage Quality for ruminants: plant and animal considerations. *Teacher. Anim. Sci.* 11: 121.

C:

- Chaves, A. V., Woodward, S. L., Waghorn, G. C., Brookes, I. M., Burke, J. L., 2006. Effects on performance of sulla and/or maize silages supplements for grazing dairy cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19 (9): 1271-1282.
- Crocq, G., 2013. Réussir ses récoltes de Luzerne. Herbe et fourrage en limousin. Réunion technique fourrages.

D:

- De Koning, C., Yates, R., Wurst, M., 2010. Sulla (*Hedysarum coronarium*) Management Package. SARDI with funding from Pastures Australia.
- Deinum, D., Dirven, J.G.P, 1966. Climate, nitrogen and grass. Research into the influence of light intensity, temperature, water supply and nitrogen on the production and chemical composition of grass. Neth. J. Agric. sci. 49p.
- Djerrah, F., Derrar, S., 2014. Composition chimique et rendement en matière verte des deux espèces : Hedysarum Flexuosum et Hedysarum coronarium. Mémoire d'ingénieur. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. 86p.
- Doree, A., 2000. Flore pastorale de montagne. Tome 2 : légumineuses et autres plantes fourragères. Ed. Cemagref. pp : 114-115.

E :

- Edward S, W., Goff, R. A., 1935. Factors affecting the chemical composition of pasture grasses. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. 76.

F:

- Foster, K., 2010. Sulla (*Hedysarum coronarium*). Department of Agriculture and Food Western Australia, Bulletin 4690, Perth.

G :

- Goui, M., 2016. Etude de la valeur nutritive de quelques aliments utilisés dans l'alimentation du bétail dans la région de Ghardaia. Université Kasdi Merbah, Ouargla. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département des Sciences Agronomiques. Mémoire master académique.

H :

- Heller, R. ; Esnault, R. ; Lance, C., 1995. Physiologie végétale. Tome 2 : développement. 5eme Ed. Ed Masson, 315p.

Références bibliographiques :

- Hémissi, I., 2007. Etude de l'héritabilité de quelques caractères agronomiques chez le Sulla (*Hedysarum spinosissimum subsp.Capitatum (Desf) Asch et Gr*).Mémoire de magistère, université 7 Novembre Carthage, Tunisie.
- Horrocks, R. Dwain, Valentine, John F. 1999. Harvested forages. San Diego, Calif : Academic Press. 439p.
- Heuzé,V., Trang,G., Bastianelli,D., Archimed,H., Sauvant, D., 2013. Importance of introducing the cultivation of legumes mainly Sulla (*Hedysarum coronarium L.*) variety Bikra 21, in the farming systems. Constantine, Algérie.

I:

- Ikhlef, H., 2015. Contribution à l'étude systématique et écologique des abeilles sauvages (*Hymenoptera apoidea*) et l'influence de leur pollinisation sur le rendement du Sulla (*Hedysarum flexuosum*) dans la région de Tizi ousou. Mémoire de magister, université Mouloud Mammeri, Tizi ousou.

J :

- Jarrige, R., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins ; Ed. INRA, PARIS, 471p.
- Jarrige, R.1989. Méthodes de la prévision de la valeur nutritive des fourrages. Station de recherche sur l'élevage des ruminants, I.N.R.A., C.R.Z.V.de Theix(63).

K :

- Klein, H.-D., Rippstein, G., Huguenin, Toutain, B., Guerin, H., Louppe, D., 2014. Les cultures fourragères. p 143-161-250. Pays bas .Edition Quae, RD 10 ,78026 Versailles Cedex, France.
- Kadi, S. A., Guermah, H., Bannelier, C., Berchiche, M., Gidenne, T., 2011. Nutritive value of sun-dried sulla (*Hedysarum flexuosum*) and its effect on performance and carcass characteristics of growing rabbits. World Rabbit Sci., 19 (3): 151-159.

Références bibliographiques :

- Kadi, S. A., Belaidi-Gater, N., Oudai, H., Bannelier, C., Berchiche, M., Gidenne, T., 2012. Nutritive value of fresh sulla (*Hedysarum flexuosum*) as a sole feed for growing rabbits. Proc. 10th World Rabbit Congress - September 3-6, 2012- Sharm El-Sheikh, Egypt, 507-511.
- Kadi, S.A., Guermah, H., Mouhous, A., Djellal, F., Berchiche M., 2015. Sulla flexuosa (*Hedysarum flexuosum*): an not well-known forage legume of the Mediterranean coast. In: Actas AEL nr. 6. EUCARPIA International Symposium on Protein Crops, V Meeting AEL, Pontevedra, Spain, May 4-7 2015, 127-128.
- Kalu, B.A., Fick, G.W., 1981. Quantifying morphological development of alfalfa for studies of herbage quality. Crop Sci., 21:267-271.

L :

- Lapeyronie, A., 1982. La production fourragère méditerranéenne. Ed. GP Maison Neuve et la rose Paris, 425p. in AMRANI, O., 2006. Valeur nutritive du chardon marie (*Silybum marianum* (l) Gaerthn) "Tawra". Mémoire de fin d'étude. Batna.

M :

- Maymone, B., Tiberio, M., et Maziotti Di Celso, P., 1951. Chemical composition and feed value of *Hedysarum coronarium* L. Régions méditerranéennes, Afrique du nord et sud de l'Europe.
- Molle, G., Decandia, M., Giovanetti, V., Cabiddu, A., Fois, N., Sitzia, M., 2009. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep. Part 1: effects on feeding behaviour, intake, diet digestibility and performance. Lives. Sci., 123 (2): 138–146
- Moore, G., Sanford, P., Wiley, T., 2006. Perennial pastures for Western Australia. Sulla (*Hedysarum coronarium*). Herbaceous perennial legumes. Department of Agriculture and Food Western Australia, Bulletin 4690.

Références bibliographiques :

- Oelberg, K., 1956. Factors Affecting the Nutritive Value of Range Forage. J. Range manage. 9: 220-225.
- Olanite, J.A.; Arigbede, O.M., Voa Ojo. 2006. Forage quality and conservation. Dept. of Pasture and range management.

P :

- Piccioni, M., 1965. Dictionnaire des aliments pour les animaux. Ed. agricole. (La maison rustique, ed.). Paris, France, 532-534.
- Proserpi J.M., Guy P., Balfourier F. 1995. Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon, Bureau des Ressources Génétiques, Paris, France, 115-130. In Akkouche A., et Hocine, M. 2008. Impact d'une contrainte hydrique sur la germination des gaines de deux espèces *Hédysarum flexuosum* et *H. coronarium*. Mémoire d'ingénieur. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.
- Python P. et Boessinger M. 2012. Facteurs d'influence sur les valeurs nutritives des fourrages secs ventilés. Production végétale. Recherche Agronomique Suisse (1):36-43.

Q :

- Quezel, P., Santa, S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 Vol. C.N.R.S Paris. 1170p. in Djerrah, F., Derrar, S., 2014. Composition chimique et rendement en matière verte des deux espèces : *Hedysarum Flexuosum* et *Hedysarum coronarium*. Mémoire d'ingénieur. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. 86p.

R :

- Rondia, G., Deker, A., Jabbar, M., Antoine A. 1985. Produire plus de grains et de lait en Afrique du nord. Projet ferme modèle de Frétissa : rapport final. Publications Agricoles n : 5. Ministère de l'Agriculture de Tunisie et Administration Générale de la Coopération au Développement Belge. Bruxelles. 389 p.

S :

- Stilmant, D., Decruyenaere, V., Herman, J., grogna, N., 2005. Hay and silage making loses in legume-rich swards in relation to conditioning. *Grassland Science in Europe*, vol. 9, p939-941.

T :

- Tisserand, J.L., 1991. Fourrages et sous-produits méditerranéens. Présentation des tables de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Option méditerranéenne. Série A n° 16, pp 23-25. In Goui, M., 2016. Etude de la valeur nutritive de quelques aliments utilisés dans l'alimentation du bétail dans la région de Ghardaia. Université Kasdi Merbah, Ouargla. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département des Sciences Agronomiques. Mémoire master académique.
- Trifi-Farah, N., Baatout, H., Boussaïd, M., Combes, D., Figier J., Hannachi-Salhi, A., Marrakchi M. 2002. Evaluation des ressources génétiques des espèces du genre *Hedysarum* dans le bassin méditerranéen, *Plant Genetic Resources Newsletter*, 130, 1-6. http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/PGR/article-issue_130-art_63-lang_fr.html

W :

- Woodward, S. L., Waghorn, G. C., Lassey, K. R., Laboyre, P., 2002. Does feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) reduce methane emissions from dairy cows? *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.*, 62: 227–230.

Résumé :

Evolution des taux de MS, MO, MM du Sulla flexuosa en fonction du stade végétatif et des différentes parties de la plante

L'objectif de ce travail qui a été réalisé à Tizi-Ouzou est la détermination d'un stade de coupe optimum en termes de qualité et de quantité du Sulla (*Hedysarum flexuosum*), qui est une légumineuse spontanée, endémique, d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie. La détermination de la composition chimique (Matière sèche, matière minérale et matière organique) de la plante entière et de chacune de ses parties (feuilles, tiges, bourgeons et fleurs) a été réalisée pour déceler l'évolution de ces paramètres selon le stade végétatifs.

Le Sulla est une plante fourragère qui possède une matière sèche assez riche en matière minérale (de 13,86 à 13,05 % de MM) et en matière organique (86,14 à 86,95 % de MO) qui sont variables en fonctions de l'âge de la plante. L'analyse a permis de sélectionner le stade début floraison comme le mieux indiqué pour la fauche du Sulla (*Hedysarum flexuosum*).

Mots clés : fourrage, stade de coupe, optimum, *Hedysarum flexuosum*, stades végétatifs, composition chimique.

Abstract:

Evolution of the rates of Sulla flexuosa DM, OM, MM according to the vegetative stage and each part of the plant

The objective of this work, which was carried out in Tizi-Ouzou, is to determine an optimum harvest stage in terms of quality and quantity of Sulla (*Hedysarum flexuosum*), which is a spontaneous, endemic leguminous plant with forage interest and pastoral in Algeria. The determination of the chemical composition (dry matter, mineral matter and organic matter) of the whole plant and of each part (leaves, stems, buds and flowers) was carried out to detect the evolution of these parameters according to the Vegetative stage.

Sulla is a forage plant that has a dry matter rich in mineral matter (13.86 to 13.05% MM) and organic matter (86.14 to 86.95% OM) which are variable depending on the age of the plant. The analysis made it possible to select the beginning of flowering stage as best suited for the harvest of the Sulla (*Hedysarum flexuosum*).

Key words: forage, harvest stage, optimum, *Hedysarum flexuosum*, vegetative stage, Chemical composition.

ملخص:

تطور معدل م ج، م م، ع لكل عضو من أعضاء سلة *flexuosa* وفقا لمراحل النمو

الهدف من هذا العمل الذي تم القيام به في تيزي وزو هو تحديد مرحلة القطع الأمثل من حيث نوعية وكمية السلة (*Hedysarum flexuosum*)، وهي من البقوليات العلفية تتمتع بفوائد غذائية ورعوية في الجزائر. تحديد التركيب الكيميائي (المادة الجافة، المواد المعدنية والمواد العضوية) للنبتة الكاملة ولكل عضو من أعضائها (الأوراق. السيقان. البراعم والزهور).

وتجدر الإشارة إلى أن سلة هي من المحاصيل العلفية التي لديها مادة جافة غنية بالمادة المعدنية (13,86 حتى 13,05% من م م) والمادة العضوية (86,14 حتى 86,95% م ع) والتي تتغير حسب عمر النبات. التحليل يسمح بتحديد مرحلة الإزهار المبكر كالأنسب والافضل لقص السلة (*Hedysarum flexuosum*).

الكلمات المفتاحية: العلف، مرحلة القطع، *Hedysarum flexuosum*، التركيب الكيميائي، عمر النبات، النوعية، الكمية.

Agzul :

Iswi-ney deg uxxeddim-agi i d- nesewjed di temnađt n tizi wuzzu i d aken ad asbegen lawan n uhuccu n tsulla igsean tayra uked tasmeta muqren. Tasulla (*Hedysarum flexuosum*), tetmqqid wahdes, tesEa elfayda i waelf d tyessawt muqren di Elzayer. Asbegen n yehriricen i yellan dixel n tsulla (ahric yekkawen, ahric n ighed, d wahric agemnaw) n imyi s lkmal-is uked yal ahric-is (ifarawen-is, ageddum-is, takembust-is, ajdjig-is) itwaxxeddem aken anwali amaynaw n yal asnsektayen-is 3lalahseb taseddart n imyi-is.

Nufad belli tasulla d imyi i yesEan ahric yekkawen igeccuren d ahric n yighed (si 13,86 ڤار 13,05% MM) ukud d uhric agmnaw (si 86,14 ڤار 86,95 % OM) tbdilet s tmyar n laEmar n imyi. Asellađ id nufa jjanay ad n- ini, nzmar ad nhuc tasulla m ad bdunnt ijejjigen-is.

Imslayen tsura: laef, lawan n lhic, amuqran, *Hedysarum flexuosum*, taseddart n imyi, composition chimique.