

République Algérienne Démocratique & Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur & de la Recherche Scientifique  
Université Saad Dahleb de Blida -1-  
Faculté de Science de la Nature & de la vie  
Département des Biotechnologies



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master  
Option : **Biotechnologie de l'Alimentation et Amélioration des Performances Animales**

Thème

***Caractérisation chimique de l'Alfa (Stipa tenacissima) en vue d'une alimentation animale***

Soutenu le : 20/09/2017

Présenté par : **BENAMEUR Amira**

Devant le Jury :

|                                        |              |                   |                     |
|----------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------|
| <b>M<sup>me</sup> BABA ALI A.</b>      | <b>M.A.A</b> | <b>U.S.D.B-1-</b> | <b>Présidente</b>   |
| <b>M<sup>me</sup> MEFTI-KORTEBY H.</b> | <b>M.C.A</b> | <b>U.S.D.B-1-</b> | <b>Promotrice</b>   |
| <b>M<sup>me</sup> BOUBEKEUR S.</b>     | <b>M.A.A</b> | <b>U.S.D.B-1-</b> | <b>Examinatrice</b> |

Année Universitaire : 2016/2017



## Remerciements

Tout d'abord je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté de continuer mes études.

A travers ce mémoire je tiens à remercier infiniment tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Mes vifs remerciements et ma vive reconnaissance s'adresse particulièrement à Madame MEFTI-KORTEBY, ma promotrice, pour sa patience, son entière disponibilité, ses précieux conseils, le suivi et l'orientation dont j'ai pu bénéficier, qu'elle trouve ici mes sentiments de gratitude.

Je tiens également à remercier vivement Madame BABA-ALI, pour l'honneur qu'elle me fait d'être présidente de jury pour la réalisation de ce mémoire.

Mes vifs remerciements vont à madame BOUBEKEUR, pour l'honneur qu'elle me fait d'avoir examinée ce travail.

Mes remerciements s'adressent à Monsieur SAADI M. A. Directeur de l'ORAC de Ain Boucif pour sa collaboration et son aide précieuse sur le terrain. Également, je remercie Monsieur BENCHERCHALI et Madame GHANAI, pour leur disponibilité et leur aide précieuse.

## ***Dédicace***

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour me permettre de suivre mes études dans les meilleures conditions possibles sans avoir cessé de m'encourager tout au long de mes années d'études, Je vous dis merci pour tout ce que vous avez fait pour moi, que DIEU vous protège et vous réserve une longue vie.*

*A ma très chère sœur NESRINE.*

*A mes chers frères ZINE-EDDINE et MOURAD.*

*A mes grands parents.*

*A mes tantes et mes oncles : chacun par son nom.*

*A mes cousines : KAMELIA, SABRINA, AMEL, SARA, HIND et CHAIMA.*

*A mes très chères amies FATI, AMINA, FATIHA, YASMINA et MERIEM, qui m'ont soutenu avec leurs grands cœurs, je vous remercie infiniment.*

*A mes amis et proches qui ont contribué dans la réalisation de ce mémoire de près ou de loin par leur soutien moral et leurs encouragements.*

*A tous ce qui sont présents dans mon cœur et dont je n'ai pas cité les noms.*

***BENAMEUR Amira***

# Sommaire

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>Introduction.....</b> | <b>01</b> |
|--------------------------|-----------|

## **Première partie : Partie bibliographique**

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 01 : Situation des fourrages en Algérie.....</b> | <b>04</b> |
|--------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 02 : Valeur alimentaire et facteur de variations.....</b> | <b>14</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 03 : Présentation de <i>Stipa tenacissima</i>.....</b> | <b>25</b> |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|

## **Deuxième partie : Partie expérimentale**

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 01 : Matériels et méthodes.....</b> | <b>33</b> |
|-------------------------------------------------|-----------|

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 02 : Résultats et discussions.....</b> | <b>48</b> |
|----------------------------------------------------|-----------|

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>Conclusion.....</b> | <b>57</b> |
|------------------------|-----------|

## **Références bibliographiques**

# Caractérisation chimique de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) en vue d'une alimentation animale

## Résumé

L'objectif de notre travail consiste à étudier les caractéristiques nutritives de l'Alfa (*Stipa tenacissima*), en vue d'une intégration dans l'alimentation animale par une substitution partielle des matières premières importées (cas du lapin).

L'Alfa a fait l'objet d'analyse fourragère dans le but de prévoir les valeurs énergétiques et azotées.

Pour ce qui est de la composition chimique, les principaux résultats obtenus montrent que : *Stipa tenacissima* renferme des teneurs considérablement élevées en MO et en MS, elles atteignent les 97 % et 73,2 % respectivement. Il en ressort que la fraction minérale est faible du fait que la MO et la MM évoluent dans le sens contraire, un taux de 3 % est enregistré. La teneur en cellulose brute est de 36,4 %, celle des MAT est de l'ordre de 6,33 %. Par contre, la valeur la plus faible est attribuée à la MG qui dose 2,73 %.

L'Alfa présente une valeur énergétique, qui se situe entre 0,53 UF<sub>L</sub> et 0,42 UF<sub>V</sub>, ainsi que pour les valeurs azotées qui sont de l'ordre de 41,01 g de PDIN/ kg MS, 58,81 g de PDIE/kg MS. Néanmoins, elle renferme une teneur satisfaisante en ED-lap avec une valeur de 1806,73 kcal d'ED. Lap/kg MS.

*L'extraction des huiles essentielles par l'eau a montré que l'Alfa en est dépourvu.*

**Mots clés :** Alimentation animale, Alfa, Composition chimique, Valeur nutritive.

# Chemical characterization of Alfa (*Stipa tenacissima*) for animal feed

## Abstract

The objective of our work is to study the nutritive characteristics of Espartograss (*Stipa tenacissima*), for integration into animal feed or a partial substitution of imported raw materials (rabbit).

Espartograss has been subjected to forage analysis in order to predict energy and nitrogen values. In terms of chemical composition, the main results show that:

*Stipa tenacissima* contains considerably high MO and MS levels, reaching 97 % and 73,2 % respectively. It appears that the mineral fraction is low because MO and MM moves in the opposite direction, a rate of 3 % is recorded. The crude cellulose content is 36,4 %, that of the MAT is of the order of 6,33 %. On the hand, the lowest value is attributed to the MG, which is 2,73 %.

The espartograss has a poor nutritional value for its low energy value, which is 0,53 UF<sub>L</sub> and 0,42 UF<sub>V</sub>, as well as for nitrogen values which are in the order of 41,01 g of PDIN/kg of MS, and 58,81 g of PDIE/kg of MS. Nevertheless, it contains a satisfactory ED-lap content with a value of 1806,73 Kcal ED.lap/kg MS.

The extraction of essential oils by water has shown that this is destitute.

**Key words:** Animal feed, Espartograss, Chemical composition, Nutritive value.

## التوصيف الكيميائي للحلفاء لتغذية الحيوانات

### ملخص

الهدف من عملنا هو دراسة الخصائص الغذائية للحلفاء، بهدف إدماجها في الأعلاف الحيوانية أيضا للحيوانات المجترة والأرانب.

تم تحديد التركيب الكيميائي للحلفاء من أجل تحديد قيم الطاقة والنيتروجين النبات المدروسة. في ما يتعلق بالتركيب الكيميائي، أهم النتائج المتحصل عليها تبين ان :

الحلفاء تحتوي على مستويات عالية إلى حد كبير من المواد العضوية و المادة الجافة تصل إلى 97% و 73.2%، على التوالي. يبدو أن الجزء المعدني منخفض لأن المواد العضوية و المواد المعدنية تتطور في الاتجاه المعاكس، لذلك تم تسجيل معدل 3%. محتوى السيلولوز الخام هو 36.4%، اما المواد البروتينية فتحتوي على 6.33%. من ناحية أخرى، تنسب أدنى قيمة إلى المواد الدهنية ، وهو 2.73%.

الحلفاء تتسم بقيمة غذائية ضعيفة، بسبب ضعف قيمتها الطاقوية التي تتراوح بين :

0,42 UFV و 0,53 UFL

كذلك لقيم النيتروجين التي تقدر ب :

41,01 g de PDIN/ kg MS, 58,81 g de PDIE/kg MS.

تحتوي الحلفاء على قيمة مرضية من الطاقة القابلة للهضم بالنسبة للأرانب. و التي تقدر قيمتها ب:

1806,73 kcal d'ED. Lap/kg MS.

وقد أظهر استخراج الزيوت الأساسية عن طريق الماء أن الحلفاء تخلو منها.

الكلمات المفتاحية: تغذية الحيوان، الحلفاء، التركيب الكيميائي، القيمة الغذائية، الزيوت الأساسية.



## Liste des tableaux

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 01</b> : Répartition des terres agricole.....                                                    | 05 |
| <b>Tableau 02</b> : Évolution des effectifs du cheptel herbivores par espèces.....                          | 10 |
| <b>Tableau 03</b> : Évolution des superficies fourragères cultivées, exploitées en sec et en vert (ha)..... | 11 |
| <b>Tableau 04</b> : Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel.....                             | 11 |
| <b>Tableau 05</b> : Valeurs énergétiques de <i>Stipa tenacissima</i> .....                                  | 29 |
| <b>Tableau 06</b> : Composition chimique de <i>Stipa tenacissima</i> .....                                  | 48 |
| <b>Tableau 07</b> : Valeur nutritive de <i>Stipa tenacissima</i> .....                                      | 53 |



## Liste des figures

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 01</b> : Mesure de la valeur alimentaire des aliments.....                 | 15 |
| <b>Figure 02</b> : Critères mesurés pour la prévision de la valeur alimentaire.....  | 20 |
| <b>Figure 03</b> : Touffe de <i>Stipa tenacissima</i> L dans son milieu naturel..... | 27 |
| <b>Figure 04</b> : Échantillon de l'Alfa ( <i>Stipa tenacissima</i> ).....           | 33 |
| <b>Figure 05</b> : Délimitation de la région de Birine- Djelfa.....                  | 34 |
| <b>Figure 06</b> : Préparation de l'échantillon en vue des analyses chimiques.....   | 37 |
| <b>Figure 07</b> : Four a moufle.....                                                | 38 |
| <b>Figure 08</b> : Minéralisation.....                                               | 39 |
| <b>Figure 09</b> : Distillation.....                                                 | 40 |
| <b>Figure 10</b> : Titrage.....                                                      | 40 |
| <b>Figure 11</b> : Dosage de la cellulose brute (Soxhlet).....                       | 41 |
| <b>Figure 12</b> : Appareil à Soxhlet.....                                           | 42 |
| <b>Figure 13</b> : Rota-vapeur.....                                                  | 42 |
| <b>Figure 14</b> : Clevenger (hydro-distillateur).....                               | 45 |

## Liste des abréviations

**ADF** : acide detergent fiber

**AOAC**: Association of official analytical chemists.

**CB** : Cellulose brute.

**dE** : Digestibilité de l'énergie.

**dMO** : Digestibilité de la Matière Organique.

**dr** : Dégradabilité réelle.

**DT** : Dégradabilité théorique.

**EB** : Énergie brute.

**ED** : Énergie digestible.

**EE** : Extrait éthéré.

**EM** : Énergie métabolisable.

**ENEV** : Énergie nette pour l'entretien et la viande.

**ENL** : Énergie nette pour le lait.

**ha** : Hectare

**INRA** : Institut nationale de la recherche agronomique.

**Kg** : Kilogramme.

**Kf** : Rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de viande.

**Kl** : Rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de lait.

**Km** : Rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour l'entretien.

**Kmf** : Rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour l'entretien et la production de viande.

**MAD** : Matière azotée digestible.

**MADR** : Ministère d'Agriculture et du Développement Rural.

**MAT** : Matière azotée totale.

**MM** : Matière minérale.

**MO** : Matière organique.

**MOF** : Matière organique fermentescible.

**MS** : Matière sèche.

**MV** : Masse de matière végétale.

**MX** : Minéraux totaux.

**NA** : Niveau alimentaire.

**N** : Azote.

**PDIA** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaires.

**PDIE** : Protéine Digestible dans l'Intestin permises par l'énergie.

**PDIME** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne, limités par l'azote fermentescible.

**PDIMN** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne, limités par l'azote dégradable.

**PDIN** : Protéine Digestible dans l'Intestin permises par l'Azote.

**PV** : Poids vif.

**Q** : Concentration en EM de l'aliment.

**R** : Rendement en huile essentielle.

**SAT** : Superficie agricole totale.

**SAU** : Superficie agricole utile.

**UF** : Unité fourragère.

**UF<sub>L</sub>** : Unités fourragères lait.

**UF<sub>V</sub>** : Unité fourragère viande.

**V.H.E** : Volume en huile essentielle.

# Introduction

En Algérie, l'alimentation de bétail se caractérise par une offre insuffisante en ressources fourragères (**Adem et Ferrah**, 2002). L'écart entre les besoins du cheptel Algérien et les disponibilités fourragères s'est d'ailleurs accentué suite à l'augmentation des effectifs de l'ensemble des espèces animales et à la dégradation des parcours et des prairies (**Bouzida et al.**, 2010).

La steppe Algérienne est un grand réservoir d'espèces végétales à intérêt fourrager. Elle constitue une vaste région qui s'étend sur une superficie de 36 millions d'hectares, dont environ 20 millions d'hectares de parcours (**Mohammedi et al.**, 2006).

Selon **Le Houerou** (1995), la steppe se caractérise par des formations végétales basses et ouvertes, dominée par des steppes à base de graminée.

Les steppes à Alfa s'étendaient sur 4 millions d'ha dans les années 1970, cette superficie est évaluée seulement à 2 millions d'ha en année 2000 (**Aidoud et al.**, 2006). L'Alfa constitue l'une des espèces les plus représentatives de la flore steppique. On estime qu'elle occupe environ 70 % de la surface steppiques (**Cosson**, 1853 ; **Djebaili**, 1984).

Ces nappes alfatières sont relativement délaissées par les animaux en présence d'autres ressources pastorales plus appétantes, vu sa faible valeur alimentaire. Elle constitue un énorme stock qui permet la survie des animaux pendant les années de disette (**Dallel**, 2012).

En raison de son abondance en Algérie et dans le but de valoriser les ressources fourragères, le présent travail porte sur l'étude des caractéristiques nutritives de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) dans l'objectif de son intégration en alimentation animale ou la possibilité de sa substitution partielle des matières premières importées (cas du lapin).

## 1.1. Généralités

L'Algérie, par la diversité de ses milieux et de ses terroirs, constitue un immense réservoir de plantes diverses en particulier d'intérêt pastoral et fourrager.

Depuis des millénaires, la production animale a été associée à toutes les pratiques agricoles (**Abdelguerfi et al.**, 2008). La qualité de l'alimentation est un facteur clé de tout système d'élevage. Elle est considérée comme le facteur le plus efficace de la rentabilité de l'élevage. La disponibilité et la diversité des ressources alimentaires constituent la base de l'alimentation des animaux d'élevage pour une meilleure production animale (**Salhi**, 2013).

D'une manière générale, les fourrages sont considérés comme le maillon primordial à tout développement de la production animale et leur manque constitue un facteur limitant. Les ressources fourragères restent limitées en Algérie. Le plus souvent l'élevage est conduit d'une manière traditionnelle en exploitant les parcours et les prairies naturelles souvent de qualité médiocre. Ces causes sont à l'origine des faibles performances animales ne pouvant pas couvrir les besoins en protéines nobles des Algériens, ce qui oblige l'état au recours à l'importation (**Hamrit**, 1995).

## 1.2. Répartition des terres en Algérie

L'Algérie couvre une superficie de 2.38.174.100 ha, avec une surface Agricole Totale (S.A.T) de 43.395.427 d'hectares en 2015, représentant 18% de la surface totale du pays. La surface agricole utile ou S.A.U est de 8.488.027 d'hectares, représentant 19,5 % de la S.A.T (**MADR**, 2016).

On constate que la plus grande surface de la S.A.T est occupée par les pacages et les parcours qui constituent 76%, suivie par la S.A.U avec un pourcentage de 19,5% du total de cette superficie.

La S.A.U est consacrée pour la production des cultures herbacées (les céréales prennent plus 77% de cette production), suivis par celle des jachères qui occupent 7,1%.

Cependant les plantations fruitières sont les plus abondantes des cultures permanentes et sont estimées par 2,1 %. La production des vignobles et des prairies naturelles reste marginale et peu rentable, elles représentent 0,2 et 0,1% respectivement.

La S.A.T et la S.A.U sont réparties de la façon suivante :

**Tableau 01** : Répartition des terres agricole (MADR 2016).

| Spéculations                                          |                                                      |                       |                           | Superficie<br>(ha) | %*   |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|------|
| <b>Superficie<br/>Agricole<br/>Totale<br/>(S.A.T)</b> | <b>Superficie<br/>Agricole<br/>Utile<br/>(S.A.U)</b> | Terres<br>labourables | Cultures<br>herbacées     | 4.368.589          | 10.1 |
|                                                       |                                                      |                       | Terres au repos           | 3.093.664          | 7.1  |
|                                                       | Cultures<br>permanentes                              |                       | Plantations<br>fruitières | 929.641            | 2.1  |
|                                                       |                                                      |                       | Vignobles                 | 70.664             | 0.2  |
|                                                       |                                                      |                       | Prairies<br>naturelles    | 25.468             | 0.1  |
|                                                       |                                                      |                       | Total superficie utile    | 8.488.027          | 19.5 |
|                                                       | Pacages et parcours                                  |                       |                           | 32.968.513         | 76   |
|                                                       | Terres improductives des exploitations agricoles     |                       |                           | 1.938.887          | 4.5  |
| Total des terres utilisées par l'agriculture (S.A.T)  |                                                      |                       | 43.395.427                | 100                |      |

Source : Bulletin de statistiques agricoles Série B du MADR (2016).

\*les pourcentages sont calculés.

### 1.3. Ressources fourragères en Algérie

Malgré sa grande superficie et ses multiples reliefs l'Algérie possède peu de terres cultivables (Bencharif, 2011). Les terres Algériennes impliquées dans la production fourragère, ne représentent que 3,3% de la superficie totale du pays (Abbas *et al.*, 2005).



Le potentiel fourrager existant en Algérie est structuré selon quatre ensembles, d'inégale importance, constitués par les prairies naturelles, les parcours steppiques, les fourrages cultivés et les parcours forestiers (**Senoussi et Behir**, 2010).

Les fourrages regroupent toutes les plantes consommées par le cheptel, par pâturage, sous forme de foin, d'ensilage ou des agglomérés. La plupart des espèces de plantes fourragères font partie de la famille des graminées ou des légumineuses (**Mossab**, 2007).

Les ressources fourragères sont divisées principalement en :

### **1.3.1. Ressources fourragères naturelles**

Les superficies occupées par les fourrages non cultivés, sont beaucoup plus importantes, ils représentent 82 à 88% de la surface fourragère (**Abdelguerfi**, 1987), cette fraction englobe essentiellement :

#### **1.3.1.1. Jachère**

La principale fonction de la jachère pâturée est l'alimentation d'un troupeau qui pâture les chaumes, les adventices et les repousses de céréales. Elle a aussi pour objet l'entretien du stock de semences d'adventices du sol (**Abbas et al.**, 2005).

La jachère a toujours occupé des superficies plus importantes, que celles réservées aux cultures fourragères. Chaque année, des millions d'hectares sont laissés en jachère dans les zones de moyenne et faible pluviométrie (200 à 400 mm), qui représentent 50% des terres arables (**Osman et al.**, 1987).

Comme indiqué dans le tableau 1, la jachère en 2015 représente plus de 7% des terres agricoles impliquées dans la production fourragère avec une superficie de 3.093.664 ha.

La valeur fourragère de la jachère, qui s'inscrit dans le cadre de la rotation et de l'assolement, n'offre qu'une faible production (**Benabdeli**, 2000). Cependant, elle reste un support alimentaire important pour beaucoup d'élevages, qui ne disposent pas d'autres ressources fourragères (**Zeghida**, 1987).

### 1.3.1.2. Parcours

L'importance des parcours et de la production du bétail en Algérie est relativement grande à la fois sur les plans de la superficie utilisée, de la valeur ajoutée agricole et de l'emploi (Abdelguerfi et al., 2008).

Les parcours et les pacages occupent la première place de la superficie agricole totale, de l'ordre de 32.968.513 ha soit 76% de la S.A.T (Tableau 01).

Plus de 70% de cette superficie, est située dans la région présaharienne aride, le reste est représenté par la zone steppique couverte de végétation basse claire et dominée par des espèces pérennes en voie de disparition à cause du surpâturage et du labour au profit de la céréaliculture (Chellig, 1992). Il ya lieu de signaler que les superficies pacages et parcours, augmentent de la zone humide à la zone aride et que leurs production fourragère à l'hectare diminue dans le même sens.

Les parcours comprennent essentiellement :

#### a. Parcours forestiers

L'activité pastorale est intense en forêt, elle assure une production fourragère appréciable et qui est utilisée par les troupeaux. Cette vaine pâture s'exerce souvent sous forme de transhumance (Djalil, 1994). La productivité des maquis et des parcours forestiers est très variable d'une région à l'autre en fonction des conditions du milieu (pluviosité, exposition, sol ...) de la charge animale et de la composition botanique des formations végétales. Certaines espèces sont riches en matières azotées totales ou en énergie, et sont fortement ou moyennement appétantes (Tiboui et Zouaghi, 1991).

#### b. Parcours steppiques

La steppe est essentiellement composée d'une strate herbacée assez variée d'espèces vivaces et éphémères. Trois espèces y dominent traditionnellement la flore, à savoir l'Alfa (*Stipa tenacissima L*), l'Armoise (*Artemisia herba alba L*) et la fausse Alfa ou la Sparte (*Lygeum spartum L*). Plus d'une trentaine d'autres espèces y végètent à différentes périodes de l'année. L'Alfa et l'Armoise occupent à elles seules près de 7.000.000 d'hectare tandis que le Lygeum occupe 3.000.000 d'hectare. Généralement, de nombreuses espèces halophiles occupent des sols salins aux alentours des chotts (Djbaili, 1984).

Actuellement les parcours steppiques sont soumis à un processus de dégradation de plus en plus accentué, due principalement à un phénomène de pression anthropique croissant (Nefzaoui, 2002). Le surpâturage, en particulier lorsqu'il est combiné avec de fréquentes sécheresses, conduit aussi à la diminution des espèces pérennes (Nejraoui, 2004). La dégradation croissante des parcours dans les zones steppiques conduit inéluctablement à l'intensification du processus de désertification et au déséquilibre écologique, en particulier à l'érosion de la biodiversité (Nefzaoui et Mourid, 2008).

### c. Parcours sahariens

Ils regroupent deux parties, dont la présaharienne avec une superficie de pâturage utilisable de 6 à 8 millions d'hectare avec une production fourragère qui ne dépasse pas les 30 UF/ ha et la partie saharienne qui est un plateau pierreux, le plus souvent non producteur (Chellig, 1992). Le milieu naturel saharien est caractérisé par un couvert végétal principal qui varie du Nord au Sud avec des espèces végétales halophytes à base d'*Atriplex halimus* et de *Salsola sp.* dominante au Sud (Anonyme, 1985).

#### 1.3.2. Fourrages cultivés (artificiels)

Les fourrages cultivés sont généralement concentrés dans le nord du pays. Ils sont composés essentiellement de l'association vesce avoine avec 70% de la superficie réservée aux fourrages artificiels, 10% est affecté aux céréales (orge, avoine et seigle). La luzerne et le sorgho sont peu représentatifs avec 01 à 05 % de la superficie cultivée (Abdelguerfi, 1987).

Sur le plan fourrager, le cheptel consomme presque exclusivement des végétaux spontanés, subissant des fortes périodes de disettes au cœur de l'hiver et à la fin de l'été. Parfois c'est en automne, lorsque le retour des pluies est tardif et ne permet pas une repousse suffisante de l'herbe des parcours et jachère avant l'avènement de la période hivernale. A ces moments critiques un apport minimal de paille ou de foin est généralement réalisé pour assurer la survie des troupeaux. La réalisation des stocks fourrager reste de façon générale très insuffisante en quantité et en qualité puisque les réserves sont faites, surtout, à partir de la paille des céréales (Mossab, 2007).

Aussi, la plantation d'arbustes fourragers constitue indéniablement un élément de stabilité dans l'alimentation des petits ruminants grâce à un apport interannuel des fourrages accumulés sur 2 à 3 ans et utilisable en cas de sécheresse (**Nefzaoui et Chermiti**, 1991).

## **1.4. Bilan fourrager**

Le bilan fourrager peut être expliqué par le rapport «besoin/offre», autrement dit, il s'agit des besoins alimentaires des animaux, en rapport avec ce qui est offert.

L'évolution des effectifs est corollaire de l'augmentation des besoins et des exigences alimentaires. D'où une menace à l'égard des parcours et des ressources pastorales. Par ailleurs les productions fourragères doivent accompagner cette évolution (**Senoussi et Behir**, 2010).

### **1.4.1. Situation du cheptel**

L'évolution du cheptel des différentes espèces d'herbivores exploités en agriculture, caractérisées particulièrement par la prédominance de cinq espèces ; les bovins, les ovins, les caprins, les camélins, et les équins est conditionnée par le niveau des disponibilités fourragères qui façonnent le mode de conduite et le niveau de l'offre. En effet, la taille de l'effectif de ce cheptel a suivi des évolutions distinctes ce qui s'applique également pour chaque espèce. La distribution des troupeaux à travers le territoire national est fortement soumise au découpage par zone bioclimatiques qui détermine la disponibilité fourragère et la capacité d'adaptation des animaux (**Merdjane et Yakhlef**, 2016).

La structure des élevages varie selon les zones agro-écologiques, elle est dominée par l'élevage bovin (72%) dans la zone du Tell littoral, par l'association ovin/bovins dans les zones céréalières et sub-littorales, les ovins en zones steppiques (75%) et les camélins en zones sahariennes (56%) (**Adem et Ferrah**, 2002).

Le tableau 2 indique que les effectifs du cheptel herbivores national des bovins, ovins, camélins ont connu une progression au cours de la campagne 2011/2015 avec un taux d'évolution de 16,72 % ; 14,66 % ; 12,01 % respectivement.

Toutefois des réductions des effectifs caprins et équins ont été observées durant les campagnes 2014/2015 et 2012/2013 de -2,31% et -2,66% respectivement.

**Tableau 02** : Évolution des effectifs du cheptel herbivores par espèces (compagne agricole 2011- 2015).

| Année | Bovins    | Ovins    | caprins   | camelins | Équins |
|-------|-----------|----------|-----------|----------|--------|
| 2011  | 1 790 140 | 23989330 | 4 411 020 | 318 755  | 44 200 |
| 2012  | 1 843 930 | 25194105 | 4 594 525 | 340 140  | 46 235 |
| 2013  | 1 909 455 | 26572980 | 4 910 700 | 344 015  | 45 035 |
| 2014  | 2 049 652 | 27807734 | 5 129 839 | 354 465  | 42 010 |
| 2015  | 2 149 549 | 28111773 | 5 013 950 | 362 265  | 42 366 |

Source : Bulletin de statistiques agricoles Série B du MADR (2016).

#### 1.4.2. Disponibilités fourragères aux animaux d'élevage

Les fourrages cultivés sont essentiellement constitués par les fourrages secs (2/3 environ des surfaces fourragères). Tandis que la part des fourrages verts est faible (1/3), elle est constituée surtout de céréales. Les légumineuses occupent uniquement 4,5% de la surface fourragère en vert. La consommation des fourrages cultivés en vert fournit 43 millions d'unités fourragères lait (UFL), alors que leur consommation au sec fournit 577 millions d'UFL pour des brebis (à l'entretien allaitant un agneau par an) (Nejraoui, 2002).

Le tableau 3 révèle que les superficies fourragères consommées en sec et en vert ont évolué depuis l'an 2011 jusqu'au l'an 2014 de 40,95% .Cependant des diminutions sont enregistrer durant la compagne 2014/2015 des superficies des fourragères de -14,88%.

D'une manière générale, les cultures fourragères classiques ont augmenté en même temps que l'accroissement du cheptel, mais de façon moins rapide (Abdelguerfi et al., 2008).

**Tableau 03** : Évolution des superficies fourragères cultivées, exploitées en sec et en vert (ha).

| <b>Année</b> | <b>Superficies fourragères consommées en sec</b> | <b>Superficies fourragères consommées en vert</b> | <b>Superficies fourragères consommées en sec et en vert</b> |
|--------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>2011</b>  | 407 533                                          | 136 639                                           | 544 172                                                     |
| <b>2012</b>  | 490 589                                          | 151 124                                           | 641 713                                                     |
| <b>2013</b>  | 539 184                                          | 154 805                                           | 693 989                                                     |
| <b>2014</b>  | 769 969                                          | 146 032                                           | 916 001                                                     |
| <b>2015</b>  | 650 651                                          | 146 726                                           | 797 377                                                     |

Source : Bulletin de statistiques agricoles Série B du **MADR** (2016).

#### **1.4.3. Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel**

L'analyse de la balance fourragère signal que le bilan fourrager est négatif et enregistre un déficit de plus de 3 milliards d'UF pour les années 2011 et 2012. Les besoins énergétiques du cheptel s'élèvent à 12 et 13 milliards d'UF pour les 2 années respectivement pour une offre fourragère de l'ordre de 9 et 10 milliards d'UF. Le taux de couverture des besoins n'est que 25% en 2011 et 23% seulement en 2012.

**Tableau 04** : Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel.

| <b>Année</b> | <b>Besoins (UF)</b> | <b>Offre (UF)</b> | <b>Balance</b>  | <b>Taux de couverture</b> |
|--------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|
| <b>2011</b>  | 12 759 193<br>000   | 9 512 814 405     | - 3246 378 595  | - 25,44                   |
| <b>2012</b>  | 13 283 848<br>000   | 10 159 574 275    | - 3 124 273 725 | -23,52                    |

Source : **ITELV**.2013

Le cheptel est sous alimenté, la production fourragère est très limitée et les ressources pastorales restent aléatoires et s'amenuisent d'année en année (**Abdelguerfi et Laouar, 1997, Khaldoun et al., 2000**).

Cette situation découle de ce que la production et la culture des fourrages en Algérie reste, à bien des égards, une activité marginale des exploitations agricoles. En effet, la proportion des terres réservées aux cultures fourragères, exploitées de manière extensive au demeurant, reste faible puisqu'elle ne représentait que 1% des superficies fourragères globales. Le caractère extensif de la production fourragère est attesté par la prépondérance de la vesce avoine utilisée en tant que foin dans l'alimentation du bétail notamment dans les zones à pluviométrie réduite (**Amrani, 2006**).

Selon **Si Ziani et Bouleberhane (2001)**, l'utilisation des concentrés règle en partie le déficit fourrager, cependant l'amélioration de la situation alimentaire du cheptel national nécessite le développement du système fourrager en adéquation avec les potentialités de l'élevage existant dans chaque zone agro écologique. Tout en tenant compte de l'équilibre entre la disponibilité en ressources fourragères et les besoins alimentaires du cheptel. En d'autres termes, il s'agit d'établir un compromis entre l'offre fourragère et les besoins des troupeaux au niveau de cette zone pour parvenir à l'autonomie alimentaire et, par la suite, envisager une stratégie qui soutiendra la complémentarité entre les différentes zones (**Merdjane et Yakhlef, 2016**).

## 2.1. Généralités

Pour rationner les animaux en fonction de leurs besoins, il est important de connaître la valeur alimentaire des fourrages. Celle-ci ne dépend pas seulement de leur richesse en différents constituants nutritifs tels que les fibres, les protéines et les minéraux, mais c'est beaucoup plus la disponibilité de ces nutriments à l'organisme animal, encore appelée digestibilité (**Boudour**, 2012). Cette dernière dépend selon **Jarrige et al.**, (1995), de l'accessibilité des polymères du fourrage à la colonisation par les microorganismes du rumen.

Maximiser la valeur alimentaire des fourrages est un élément clé pour limiter le recours aux aliments complémentaires dans l'alimentation des animaux (**Baumont et al.**, 2009).

## 2.2. Notion de la valeur alimentaire

La valeur alimentaire mesure l'aptitude d'un aliment à couvrir les besoins nutritionnels liés à l'entretien de l'animal, c'est-à-dire à ses fonctions vitales, et aux productions. Elle associe deux notions complémentaires :

- **l'ingestibilité**, c'est-à-dire l'aptitude d'un aliment à être ingéré en plus ou moins grande quantité. Elle ne peut être prévue au laboratoire et nécessite des mesures zootechniques (**INRA** 1988). Elle est déterminée par sa valeur d'encombrement. Malgré la difficulté de ces mesures, l'ingestibilité reste le critère de la valeur alimentaire le plus rarement étudié (**Guerin**, 1999).

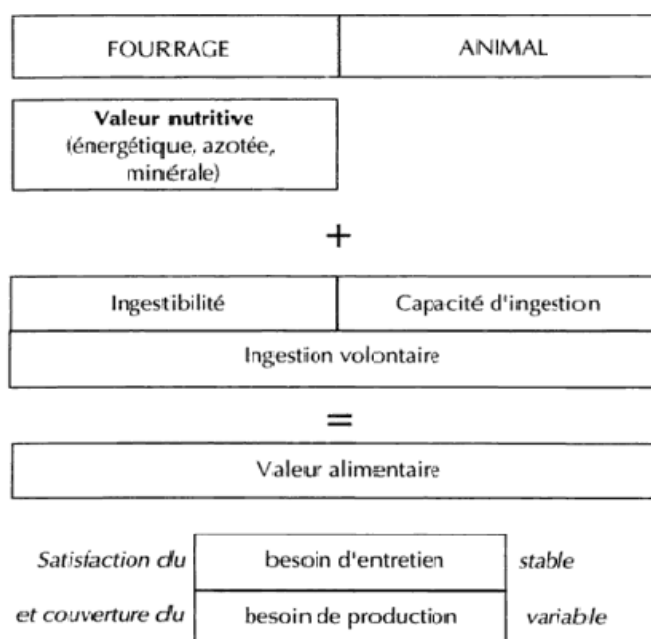
- **la valeur nutritive**, qui reprend les concentrations de cet aliment en éléments nutritionnels (**Decruyenaere et al.**, 2006). Elle est déterminée au laboratoire par l'analyse chimique du fourrage et par la mesure de sa digestibilité à l'aide de méthodes chimique, biologique ou enzymatique (**Guerin**, 1999).

La valeur alimentaire est définie par plusieurs auteurs comme la quantité d'élément nutritif apporté par le fourrage au animaux qui le consomment (**Whitteman**, 1980, **Clement**, 1981, **Crosset**, 1982).

Les facteurs influant sur la valeur d'un fourrage, c'est-à-dire sur sa teneur en éléments nutritifs (protéines, énergie, minéraux) sont en effet nombreux et pas forcément



maîtrisables. Leur qualité, dépend ainsi, à sol et zone climatique identiques, du type de végétation (en particulier pour les prairies, dont la composition botanique est très variable), du stade de développement de cette végétation lors de son exploitation (par pâture ou par coupe), ainsi que des conditions météo au moment du chantier de récolte, des modes de récolte, de séchage et de conservation.



**Fig. 1 :** Mesure de la valeur alimentaire des aliments (Guerin, 1999).

### 2.3. Méthode d'évaluation de la composition chimique des fourrages

La composition chimique de la plante est fonction de sa richesse en éléments nutritifs, de leur disponibilité et de la présence plus au moins importante d'éléments antinutritionnels (Amrani, 2006). D'après Salhi (2013). Cette valeur peut être déterminée par plusieurs façons, en fonction du type de fourrage.

➤ La première fait appel aux méthodes chimiques de références appliquées dans les laboratoires. Elle nécessite la mise en œuvre d'une technique différente pour chaque détermination. Les techniques d'analyse les plus utilisées aujourd'hui sont :

- celles de Weende en termes de dosage des protéines brutes (PB), de la cellulose brute (CB), de l'extrait étheré (EE) et l'extractif non azoté (ENA).

- celles de Van Soest (Van soest et Wine, 1967) qui séparent les fibres en fraction soluble ou insoluble dans le détergent neutre (NDF ou neutraldetergentfiber) ou acide (ADF ou aciddetergentfiber).

➤ Méthode de spectrophotométrie ou SPIR (la spectrophotométrie dans le proche infrarouge) constitue une autre méthode qui permet d'analyser très rapidement un grand nombre d'échantillon de façon fiable et peu coûteuse (Norris *et al.*, 1976). Cette méthode offre en outre un avantage de taille : il est possible de déterminer plusieurs paramètres analytiques à partir du même cycle de mesures. L'utilisation de la spectrophotométrie implique cependant un travail préalable de calibration. Celui-ci ne peut se faire sans l'aide d'une méthode de laboratoire, de sorte que la précision des valeurs SPIR dépend directement de méthode d'étalonnage utilisée (Schubiger et Lehmann *et al.*, 2002).

### **2.3.1. Valeur nutritive**

La valeur nutritive d'un fourrage repose à la fois sur sa valeur énergétique, sur sa valeur protéique et sur sa teneur en minéraux (Decruyenaere *et al.*, 2006).

#### **2.3.1.1. Valeur énergétique**

La valeur énergétique du fourrage dépend avant tout de la teneur en matière organique digestible et par là du coefficient de digestibilité de la matière organique (Jarrige, 1980).

L'énergie nette (EN) exprimée en UFL (unité fourragère lait) et en UFV (unité fourragère viande) correspond à la part de l'énergie de l'aliment effectivement utilisée par l'animal pour l'entretien, la production de lait et la production de viande. Elle est calculée à partir de l'énergie brute (EB), du coefficient de digestibilité de l'énergie (dE), du rapport (EM/ED) entre l'énergie métabolisable (EM) et l'énergie digestible (ED) et des rendements (k) d'utilisation de l'énergie métabolisable pour la lactation, l'entretien ou l'engraissement (Salhi, 2013).

#### **2.3.1.2. Valeur protéique**

Le système PDI permet d'évaluer la valeur azotée des aliments sur la base des protéines, d'origine alimentaire et microbienne, digestibles dans l'intestin grêle (INRA, 2007).

On distingue la valeur PDIN qui représente la valeur PDI de l'aliment s'il est inclus dans une ration déficitaire en azote dégradable, et la valeur PDIE qui représente la valeur PDI s'il est inclus dans une ration où l'énergie est le facteur limitant des synthèses microbiennes. La valeur PDIN est directement liée à la teneur en matières azotées dégradables dans le rumen et même plus simplement à la teneur en MAT ; la valeur PDIE est liée à la digestibilité (**Baumont et al.**, 2009). En rationnement, la quantité des PDI effectivement disponible pour l'animal est le minimum des deux valeurs (**Guerin**, 1999).

### 2.3.1.3. Teneur en minéraux

A côté des besoins protéique et énergétique, le rôle des minéraux est multiple et les besoins varient selon l'espèce animale et son stade physiologique (croissance, engraissement, lactation, gestation...).

Les fourrages contiennent ces éléments minéraux, mais dans des concentrations telles que les besoins de l'animal ne sont pas toujours couverts. Les apports en minéraux doivent couvrir les besoins d'entretien et de croissance et compenser également les exportations via le lait ou le fœtus chez les femelles (**Decruyenaere et al.**, 2006).

### 2.3.2. Ingestibilité

Les unités d'encombrement (UE) expriment l'ingestibilité des fourrages, c'est-à-dire leur capacité à être ingérés en plus ou moins grande quantité lorsqu'ils sont distribués à volonté. Plus un fourrage est encombrant, moins il est ingestible (**Baumont et al.**, 2009). La prévision de la quantité ingérée est d'un intérêt moins général que celle de la valeur nutritive (**Jarrige**, 1980)

D'après **Guerin**, 1999, les quantités de fourrages ingérées par les ruminants sont souvent exprimées en kilo de matière sèche par tête de bétail (le poids doit être précisé) par 100 kg de poids vif (PV) ou, de plus en plus, en grammes de matière sèche par kilo de poids métabolique (de poids vif élevé à la puissance 0.75). Les quantités ingérées dépendent d'une part de l'ingestibilité des fourrages et d'autre part de la capacité d'ingestion des animaux (figure 1).

L'ingestibilité des aliments varie avec :

- leur digestibilité
- l'appétibilité propre à chaque espèce souvent, à chaque partie de la plante et au stade phénologique

La capacité d'ingestion varie selon :

- l'espèce animale,
- l'âge,
- le stade physiologique,
- le niveau de production et l'état d'engraissement.

Des paramètres influencent fortement l'ingestibilité mesurée à l'auge qui sont :

a- Physique :

- le rapport entre feuilles et tiges ou la finesse de hachage,

b- Chimique :

- la teneur en MAT ou en lignine,
- mode de conservation (ensilage ou foin).

## 2.4. Digestibilité

La digestibilité est l'un des paramètres indispensables permettant d'apprécier la valeur alimentaire des fourrages pour les ruminants (**Fanchone et al.**, 2009).

**DACCORD** (2005) considère la dMO des fourrages comme une base essentielle pour estimer leur valeur nutritive. Elle exprime, selon **Istasse et al.**, (1981) et **Selmi et al.**, (2011), la proportion d'un constituant chimique disparue entre sa consommation et son excrétion dans les fèces. Elle semble liée à l'espèce, l'âge et le stade phénologique, mais aussi à la composition chimique de la plante (**Demarquilly et Jarrige**, 1981 ; **Daccord et al.**, 2003 ).

La digestibilité est le facteur de variation le plus important de la valeur énergétique parce que les pertes fécales sont les principales pertes (20 à 60% de la matière organique ingérée) lors de la transformation des fourrages en produits animaux (**Daccord**, 2005).

D'après **Hornick et al.**, (2003), la digestibilité de la matière organique d'un aliment de bonne valeur alimentaire doit être égale ou supérieure à 50% après 24h d'incubation dans le rumen.

#### **2.4.1. Évolution de la digestibilité**

Pour les fourrages, la digestibilité est maximum en début de premier cycle (autour de 80%). Elle diminue lentement jusqu'au stade épi à 10 cm (Ray-grass Italie, fléole, fétuque élevée) et au stade début épiaison (Ray-grass anglais, dactyle), puis diminue rapidement de 0,4 à 0,5 point/jour par suite de l'accroissement rapide de la lignification des tiges et la diminution de leur digestibilité (**Demarquilly, Andrieu, 1992**).

#### **2.4.2. Méthodes de mesure de la digestibilité**

Les méthodes de mesure utilisées sont de deux grands types :

➤ Méthode *In vivo* ou méthode de référence est la plus précise mais la plus coûteuse et la plus longue. Elle utilise des moutons (6 à 10 moutons), en box puis en cages à métabolisme.

➤ Méthode *In vitro* par l'incubation du fourrage avec les microbes du liquide du rumen (méthode, stimulant le rumen et utilisant du jus de rumen prélevé sur animaux porteurs de canule ruminale, mesure la digestibilité de la matière organique et des parois cellulaires. Méthode des sachets en nylon ou *In sacco* mesure la dégradabilité de la matière organique et des parois cellulaires et nécessite des animaux porteurs de canule ruminale. La méthode pepsine-cellulase est aujourd'hui la plus utilisée car elle est rapide, reproductible et ne nécessite pas la présence d'animaux. Cependant, la pepsine et la cellulase sont presque inabordables pour leur prix (**Aufrère et Baumont, 2007**).

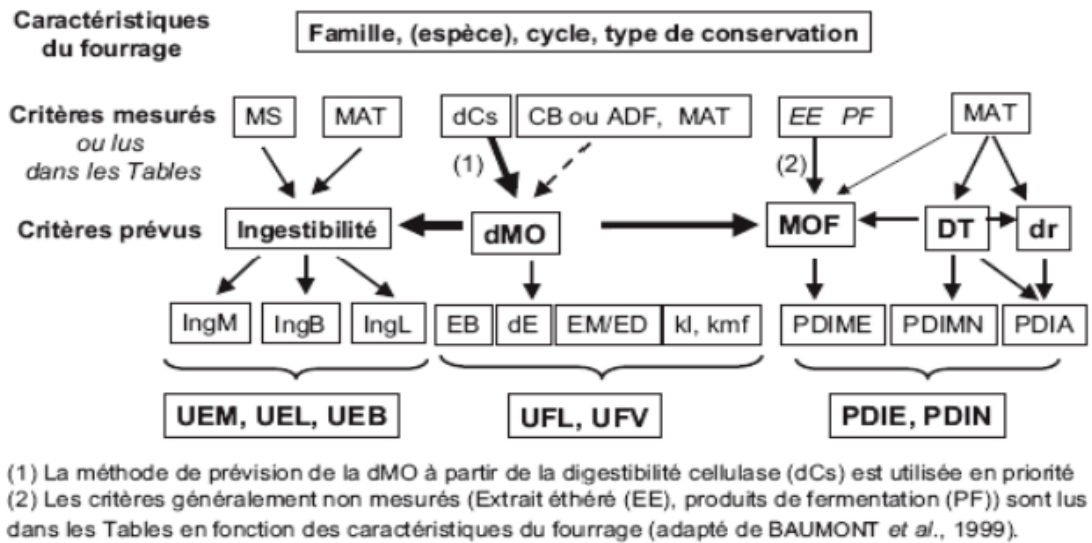


Fig. 2 : Critères mesurés pour la prévision de la valeur alimentaire (Salhi, 2013).

## 2.5. Facteurs de variations de la valeur alimentaire

Plusieurs facteurs peuvent influencer la valeur alimentaire des fourrages, les plus importants sont :

### 2.5.1. Famille botanique et espèce

La valeur alimentaire des plantes fourragères diffère d'une famille à une autre et d'une espèce à une autre au sein de la même famille, ces différences, sont d'ordre morphologiques (biomasse, rapport feuilles/tiges) et chimiques (teneur en énergie, azote, minéraux et vitamines), **Demarquilly** (1982), note qu'à stade de végétation comparable, la morphologie des légumineuses et graminées est très différente, notamment le rapport feuille/tiges.

Les légumineuses ont habituellement moins de fibres et favorisent l'ingestion plus élevée que les graminées.

D'après **Andrieu** (1983), les légumineuses sont plus riches en minéraux (notamment en calcium), en carotène, en acide organique et en azote, mais sont plus pauvres en glucides solubles et en constituants pariétaux que les graminées. Un des plus importants avantages de la culture des légumineuses avec des graminées est l'amélioration de la qualité du fourrage (**Ball et al.**, 2001).

### 2.5.2. Age et stade de végétation

Une des principales causes de l'altération de la qualité des fourrages est le stade de végétation de l'herbe au moment où elle est utilisée (**Rekik**, 2005). Quand le fourrage vieillit, la proportion de feuilles diminue au bénéfice de la proportion de tiges. Ainsi chez la luzerne, la proportion de feuilles passe d'environ 60% au stade végétatif à 35% à la floraison (**Waligora**, 2010).

**CORDESSE** (1980), conclut que d'une façon générale, la proportion des limbes diminue avec l'âge au profit des tiges + graines et au détriment des débris qui augmentent avec l'âge.

### 2.5.3. Conditions pédoclimatiques

Les différences bien connues de la valeur nutritive entre les fourrages des pays tempérés et des pays tropicaux sont à l'origine de nombreuses études sur l'influence des conditions climatiques sur la composition chimique et de la valeur nutritive des fourrages (**Demarquilly**, 1982).

La composition minérale d'une herbe peut être profondément modifiée par le sol et les conditions climatiques (**Lapeyronie**, 1982). En année sèche, la disponibilité du sol en  $P_2O_5$  diminue, ainsi les graminées sont plus pauvres en phosphore, alors qu'en saison chaude et humide intervient un accroissement des teneurs en potassium (**Moule**, 1980). Selon le même auteur, la matière organique brute difficilement minéralisable immobilise le phosphore et le cuivre.

### 2.5.4. La température

C'est le facteur climatique qui influence la croissance, le développement et la composition chimique de la plante. Cette action a un effet positif sur les constituants pariétaux des fourrages des pays tropicaux et tempérés (**Wilson et Ford**, 1971 ; **Denium et al.**, 1975). Le climat joue un rôle très important dans la composition chimique des plantes, cette dernière est fortement influencée par la température ainsi que l'intensité et la durée d'ensoleillement.

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 (**Heller et al.**, 1995).

#### **2.5.5. La lumière**

La lumière stimule la croissance des fourrages comme la température, mais leurs actions sur la composition chimique sont opposées. La lumière, en activant la photosynthèse, engendre une accumulation de glucides non structuraux, d'acides aminés, d'acides organiques et par voie de dilution réduit la part des parois, plus particulièrement celle de lignine dans la plante (**Van Soest et al.**, 1978).

#### **2.5.6. Mode de stockage**

Le mode de conservation peut influencer la composition chimique, vue les pertes qu'il peut occasionner (**Aufrère**, 1982 ; **Journet**, 1992 et **Renault**, 2003). Il existe deux voies pour conserver les fourrages : la voie sèche et la voie humide (**Baumont et al.**, 2009).

La voie sèche, pratiquée généralement par fanage, nécessite d'amener le fourrage à une teneur en MS égale ou supérieure à 85%, teneur à laquelle les enzymes sont alors inactives et le développement de moisissures impossible (**Demarquilly et al.**, 1998). Au cours du fanage, le fourrage subit des pertes qui résultent de la respiration des cellules végétales, des pertes mécaniques des feuilles qui affectent principalement les légumineuses - jusqu'à 30% de pertes de feuilles pour un foin de luzerne (**Peccatte et Dozias**, 1998) - et éventuellement du lessivage par la pluie. La conservation par voie humide entraîne des pertes, sous forme de gaz de fermentation et sous forme de jus lorsque la teneur en matière sèche du fourrage est inférieure à 26-27%. La composition chimique classique est peu modifiée par l'ensilage. Seule la teneur en cellulose brute est augmentée (**Baumont et al.**, 2009).

#### **2.5.7. Facteurs antinutritionnels**

Les facteurs antinutritionnels sont des substances naturellement présentes dans les plantes, on leur reconnaît la propriété de diminuer la qualité nutritionnelle des aliments. La présence des tanins dans la plupart des plantes fourragères limite leur utilisation par les ruminants et diminue, par conséquent, la productivité animale (**Rira**, 2006).



**2.5.8. Autres facteurs influençant la valeur alimentaire des fourrages :**

D'autres facteurs influencent la valeur alimentaire des fourrages tels que le traitement physico-chimique de l'aliment et la forme physique du fourrage (brins longs, courts ou broyés). L'effet du broyage sur la dégradabilité des aliments a été prouvé par plusieurs auteurs. En effet selon **Poncet et al.**, (2003), la réduction de la taille des particules alimentaires accroît leur dégradabilité dans le rumen en accélérant la vitesse d'hydratation, la solubilisation et la dégradation par les microorganismes.

### 3.1. Généralités

L'Alfa (*Stipa tenacissima* L), est l'une des graminées pérennes dominantes, typiques des parcours steppiques maghrébins. Elle constitue l'une des espèces les plus représentatives de la flore steppique. Elle revêt une importance tant du point de vue pastoral, écologique et économique (**Boudy**, 1948 ; **Ozenda**, 1954).

En Algérie, les steppes à Alfa occupaient environ 70 % de la surface des hautes plaines steppiques (**Cosson**, 1853 et **Djebaili** 1984). Actuellement, ces nappes alfatières comme toute végétation des zones aride et semi aride connaissent un processus de dégradation alarmant. Les facteurs de dégradation des nappes alfatières inappropriées, sont l'exploitation irrationnelle de l'alfa et l'éradication de l'espèce. Quelle que soit la cause de sa régression, la disparition d'une telle espèce risque d'avoir des conséquences dramatiques sur l'équilibre écologique de l'ensemble de l'écosystème. Bien que disparue sur une large fraction de son aire, l'alfa prédomine la majorité des groupements végétaux des régions steppiques arides d'Afrique du Nord. Elle se trouve soit à l'état pur, soit en mélange avec les forêts. En steppe, elle est accompagnée d'autres plantes steppiques telle que l'armoïse, le sparte, le drinn (**Boudy**, 1948 ; **Ozenda**, 1954).

#### 3.1.1. Répartition géographique

##### 3.1.1.1. Aire mondiale

L'aire mondiale de l'Alfa se confie sur le pourtour de la méditerranée dont il occupe une grande partie des Hautes plaines, entre l'Atlas tellien et l'Atlas Saharien en Algérie. Il s'étend au Maroc jusqu'au moyen Atlas et dans le bassin amont de la Moulaya. On en trouve en Tunisie et sur la cote Libyenne. Cette espèce est signalée à l'état sporadique au Portugal, en Grèce et en Égypte (**Boudy**, 1950).

Concernant le continent européen, l'Alfa est commun dans la péninsule Ibérique où elle couvre les plateaux inclus dans le triangle Valence - Madrid - Malaga ainsi que dans les provinces de Murcie et Almeria. Quant aux superficies occupées, l'Algérie est classée première suivie du Maroc, de la Tunisie, d'Espagne et en dernier lieu la Lybie (**Bousmaha**, 2012).

### 3.1.1.2. Aire Algérienne

En Algérie, cette graminée occupe une aire de dispersion très étendue ; elle fait partie des zones steppiques se situant directement au Sud des chaînes telliennes et au Nord de l'Atlas Saharien.

La contrée appelée généralement mer d'Alfa se trouve en Algérie bornée au nord par une ligne se dirigeant, de la frontière du Maroc à celle de la Tunisie passant par : au Nord, Ain el aricha, ras el ma, Saïda, au sud, de Freneda, ksar zerguine, Ain Ouessera, Ain karman, Ain kerbal, Batna, Meakiana et au Nord, de Tebessa (**Abdelkerim**, 1984).

L'Alfa est abondant dans la région oranaise, depuis le littoral jusqu'aux monts des Ksour, sur les hauts plateaux de la région de Ksar Chellala, Djelfa, autour de Boussada, jusqu'aux montagnes d'Ouled Nail et autour de Laghouat. A l'est, elle se répartit surtout dans les régions ouest et sud de Setif, les Bibans, Boutaleb et Maadi. Elle couvre également une partie importante des versants de montagnes du massif des Aurès (**Boudy**, 1948 ; **Ozenda**, 1954).

### 3.1.2. Taxonomie

L'espèce *Stipa tenacissima* L. est classée dans la systématique suivante, d'après (**Maire**, 1953 ; **Ozenda et Quézel** 1956 ; **Quézel et Santa**, 1962 et **Créte**, 1965) cités par **Benadaïda**, 1999.

**Règne : Plantae.**

**Embranchement : Spermaphytes.**

**Sous -embranchement : Angiospermes.**

**Classe : Monocotylédones.**

**Sous- classe : Commélinidés**

**Ordre : Poales.**

**Famille : Poacées.**

**Sous- famille : Poïdées.**

**Tribu : Stipées.**

**Genre : *Stipa*.**

**Espèce : *Stipa tenacissima* L.**

### 3.1.3. Noms vernaculaires

L'Alfa ou (El -Halfa) est un mot d'origine arabe, tribu des stipées (**Trabut, 1889**). Son nom commun de Berbère est Awri ou Awgri, nommé Espartograss en anglais (**Zirmi et Kadi, 2016**).



**Fig. 3 :** Touffe de *Stipa tenacissima* L dans son milieu naturel (**Ghennou, 2014**).

### 3.2. Description morphologique

*Stipa tenacissima* L est une plante herbacée, vivace, c'est une essence très robuste, raide, sèche très persistante. Elle se présente en touffes denses, à feuilles longues et coriaces, l'inflorescence est longue (30cm) très fournie (**Boudy, 1948 ; Ozenda, 1954**).

*Stipa tenacissima* L est composé de deux parties : souterraine et aérienne, la première est formée d'un rhizome (capital pour la régénération) et la seconde de feuilles composées de limbes atteignant parfois 1,50m de long. Il forme des touffes circulaires s'évidant graduellement au centre, au nombre de 3000 à 5000 en moyenne à l'hectare dans un peuplement normal, dans un peuplement dégradé, le nombre diminue de 1000 à 2000 touffes (**Boudy, 1952**).

### 3.3. Intégration de *Stipa tenacissima* dans l'alimentation des animaux

En Algérie, cette espèce occupe une place importante, sur les plans sociaux, économiques, culturels et industriels (**Boudjaja et al., 2009**).

Sur le plan zootechnique, l'alfa est une ressource non négligeable par son utilisation fourragère, car elle a un grand impact sur les ressources pastorales (**Bencherik et Lakhdari, 2002**).

Dans les cas les plus favorables, la production de l'Alfa peut atteindre 10 tonnes MS/ha mais la partie qui est la fraction exploitable a une production de 1000 à 1500 kg MS/ha (**Aidoud, 1983 ; Nejraoui, 1990**). L'Alfa présente une faible valeur fourragère de 0,3 à 0,5 UF/Kg de MS, cependant, les inflorescences sont très appréciées et recherchées par le bétail surtout en période de disette (0,7UF/Kg MS). La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique (**Nedjraoui, 2001**).

D'après **CRBT (1978)** et **Nedjraoui (1981)**, en tant que fourrage, l'Alfa est en général faiblement apprécié par les ovins. Les feuilles ont une valeur de matière sèche faible (0,25 à 0,35 UF/Kg de MS), mais les inflorescences très appréciées présentent une valeur de 0,60 UF/Kg de MS.

Selon **Bencherif (2011)**, l'Alfa pur ou mixte avec d'autres plantes pérennes ou vivaces rencontrées sur les sols bien drainés, ces parcours à faciès à dominance d'alfa ont généralement une bonne valeur fourragère (0,60 UF/Kg. MS) et ceci grâce :

- à la présence de nombreuses espèces annuelles,
- un microclimat créé favorisées par l'existence d'une part par les touffes d'alfa, d'autre part aux épis formés au printemps par cette plante,

Sans les épis " boss" et sans les plantes annuelles, les parcours à dominance d'alfa sont considérés comme médiocre, car les feuilles de cette plante riche en cellulose ont une valeur énergétique faible (0,25 à 0,35 UF/Kg. MS).

**Tableau 05** : valeurs énergétiques de *Stipa tenacissima*.

| Espèce                   | Valeurs énergétiques<br>UF/Kg de MS |                | Auteurs                        |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|
|                          | Plante<br>entière                   | Inflorescences |                                |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 0,3 à 0,5                           | 0,7            | Nedjraoui, 2001.               |
|                          | 0,25 à 0,35                         | 0,6            | CRBT (1978), Nedjraoui (1981). |
|                          | 0,25 à 0,35                         | 0,6            | Bencherif (2011).              |

### 3.4. Intérêt de l'espèce

L'Alfa est une plante rustique, peu exigeante en eau et en sol, bien adaptée à la sécheresse, et qui présente d'énormes possibilités d'exploitations, elle présente de multiple intérêt :

#### 3.4.1. Intérêt économique

Elle est très recherchée pour la fabrication des tapis des cordes des maltes et surtout de papier de haute qualité (**Harche**, 1978). En effet, les recherches effectuées sur le système foliaire de cette poacée ont montré que la plante dispose d'un potentiel important en éléments fibreux, notamment en cellulose (40 à 50%) (**Paiva et al.**, 2007). Cet élément est indispensable en industrie du papier.

#### 3.4.2. Intérêt médicinale et pharmaceutique

L'Alfa pourrait servir à la fabrication des composés dans les industries alimentaires pharmaceutiques tel que le xylose (**Tadjeddine**, 1986), c'est l'équivalent du saccharose et qui conviendrait fort bien au diabétique car son métabolisme ne nécessite pas l'insuline.

Les cendres de l'Alfa mélangées avec le miel appliquées sur les blessures et les parties atteintes par l'eczéma constituent un traitement radical contre ces maladies cutanées (**Messaoudi**, 2008).

### 3.4.3. Intérêt écologique

De par sa physionomie dominante sur les hautes plaines, l'Alfa joue un rôle important dans la lutte contre l'érosion et le ravinement des sols (**Trabut**, 1889).

Elle joue aussi un rôle important dans la lutte contre le phénomène de désertification. Comme elle est considérée comme l'un des remparts face à l'avancée du désert, grâce à son système racinaire très développé qui permet la fixation et la protection du sol (**Zeriahene**, 1987).

Elle peut servir d'abri pour les plants annuels dont les graines peuvent germer à son ombre, ce qui améliorent ainsi la qualité pastorale des parcours (**Bourahla et Guittoneau**, 1978).

## 1. Objectif

L'objectif du travail consiste en la connaissance de la valeur nutritive de l'espèce fourragère spontanée *Stipa tenacissima* (Alfa), en vue d'incorporation en alimentation animale. Pour cela, la connaissance de la composition chimique (MS, MM, MO, MAT, CB, MG) est cruciale afin de prédire,

- les valeurs énergétiques  $UF_L$  et  $UF_V$
- azotées (PDIA, PDIN et PDIE) chez les ruminants
- et l'énergie digestible chez le lapin

Le rendement en huiles essentielles est également déterminé, en vue de qualifier et quantifier sa composition en facteurs antinutritionnels, cependant par manque d'appareillage cet objectif n'était qu'en partie atteint.

## 2. Matériel végétal

L'étude expérimentale, a été menée sur des échantillons d'alfa (*Stipa tenacissima*). La récolte de la plante est réalisée le 14 Décembre 2016 dans la région steppique de Birine sud de la wilaya de Médéa (Nord de la wilaya de Djelfa). Sa réception au laboratoire et le séchage à l'étuve est réalisé le jour même.



**Fig. 4 :** Échantillon de l'Alfa (*Stipa tenacissima*).



## 2.1. Présentation de la région d'étude

La Daïra de Birine est située au Nord de la wilaya de Djelfa, dont elle lui dépend administrativement. Elle est à 135 km du chef lieu de la ville de Djelfa, à 186 km de la Capitale Alger.

- Elle s'étend sur une superficie de 187000 ha (1870 km<sup>2</sup>). Prioritairement à activité agricole, peu peuplée, le nombre d'habitant n'est que de 47.616. La région d'étude est limitée géographiquement par :
- La wilaya de Médéa au nord.
- la wilaya de M'sila à l'est.
- La commune d'Ain-Ouessara à l'ouest.
- La commune de Had seharie au sud (Seghdi, 2017).



**Fig. 5 : Délimitation de la région de Birine- Djelfa (Photo prise a partir du Web).**

Djelfa fait partie des wilayas située au niveau de la steppe Algérienne. Cette dernière est située entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud. Elle couvre une superficie globale de 20 millions d'hectares. Elle est limitée au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*). Les étages bioclimatiques s'étalent du semi aride inférieur frais au per aride supérieur frais.

Sur le plan écologique, les régions steppiques constituent un tampon entre l'Algérie côtière et l'Algérie saharienne dont elles limitent les influences climatiques négatives sur la première (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

Selon Seghdi (2017), les sols sont calcaires et calciques caractérisés par une faible profondeur, une teneur en matière organique très faible (inférieur à 1 %) et décroissante selon la profondeur alors que le taux de calcaire croit et constitue une entrave au développement des plantes. La texture est à dominance sableuse d'une faible stabilité structurale, à faible capacité de rétention en eau ne permettant le développement que d'une végétation xérique adaptée aux conditions du milieu.

La végétation naturelle de la zone d'étude est caractérisée par une physionomie de steppe sauf dans les montagnes où subsistent les restes des forêts primitives à base de *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea*. En dehors de ces espèces forestières, l'aspect de la steppe change avec le gradient pluviométrique et la nature du sol. La steppe est dominée par les formations végétales suivantes :

- Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*) ;
- Steppe à armoise blanche (*Artemisia herba Alba*) ;
- Steppe à sparte (*Lygeum spartum*) ;
- Steppe halophyte ;
- Steppe psammophyte.
- Steppe halophile à *Salsolaceae* colonisant les sols à forte teneur en sels.

L'élevage dans la région de Djelfa, est représenté par 864000 têtes d'ovins, 57500 têtes de caprins, 37500 têtes bovines, 812 têtes de camelins, et 1160 têtes d'équins. Ces chiffres font ressortir l'importance qu'occupe le cheptel ovin au niveau de la région.

La production végétale dans la wilaya de Djelfa caractérisée par un rôle indépendant qu'elle joue en logique des conditions climatiques très défavorables et déficelés, cette agriculture steppique est composée essentiellement de la céréaliculture et des fourrages

(plus de 60 %). La céréaliculture dans la wilaya de Djelfa, est représentée par deux types de cultures qui sont l'orge et l'avoine. Parmi ces céréales cultivées, c'est l'orge qui prédomine en raison de la place qu'occupe ce dernier dans l'alimentation du cheptel ovin.

Les fourrages rencontrés par ordre de priorité sont, l'orge en vert, la vesce avoine et la luzerne. Dans les dernières décennies, cette région est devenue une zone caractérisée aussi par les cultures maraichères (pomme de terre, poivrons...) et l'arboriculture.

### **3. Protocole expérimental**

Une analyse fourragère classique a été effectuée au laboratoire de Zootechnie département de Biotechnologie, de la faculté Sciences de la Nature et de la Vie, à l'université de Saad Dahleb Blida -1-. Les méthodes d'analyses chimiques utilisées, sont celles de l'AOAC (1990). Tous les dosages sont effectués en double. En cas où les résultats présentent un grand écart, une 3<sup>ème</sup> répétition est effectuée. Les résultats sont rapportés par rapport à 100g de matière sèche (%MS). L'extraction des huiles essentielles est effectuée au laboratoire de recherche des plantes aromatiques et médicinales du département de Biotechnologie à l'université de Saad Dahleb Blida -1-.

#### **3.1. Technique d'analyse**

Après l'arrivée au laboratoire, les échantillons sont séchés à 65°C pendant 48h dans une étuve ventilée afin d'arrêter toute activité biologique pouvant altérer la nature des substrats. Les échantillons sont ensuite finement broyés (1mm), puis conservés à une température ambiante, dans des flacons en verre hermétiquement fermés, munis d'étiquette indiquant la date, le lieu de récolte, ainsi que l'espèce.

Par contre les échantillons destinés à la détermination du rendement en huiles essentielles, ont été séchés à l'ombre et à l'air libre.



**Étape 1 : Séchage**

**Étape 2 : Broyage**

**Étape 3 : Conservation**

**Fig. 6 :** Préparation de l'échantillon en vue des analyses chimiques.

### 3.1.1. Détermination de la matière sèche (MS)

Dans une capsule pesée puis tarée au préalable, introduire 5g de l'échantillon à analyser, porter la capsule dans une étuve à circulation d'air réglée à 65°C pendant 48h (jusqu'à l'obtention d'un poids constant), puis refroidir au dessiccateur pendant 10 min pour éviter la reprise de l'humidité. La différence de poids correspond à l'évaporation de l'eau et le résidu représente donc la matière sèche.

La teneur en MS est donnée par la relation :

$$MS\% = \frac{Y}{X} \times 100$$

X : Poids de l'échantillon humide.

Y : Poids de l'échantillon après dessiccation.

### 3.1.2. Détermination des matières minérales (MM)

La teneur en MM d'une substance alimentaire est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération. 2g de l'échantillon, préalablement séché est placé dans des capsules en porcelaine pesées, tarées, puis incinérées dans un four à moufle à 600°C (chauffage progressif afin d'obtenir une combustion sans inflammation) pendant 6h. La perte de poids observée lors de la calcination correspond à la matière organique et le résidu correspond aux cendres.



**Fig. 7 :** Four a moufle

La teneur en matière minérale est donnée par la relation :

$$\text{MM}\% = \frac{(A - C)}{B} \times 100$$

A : Poids des cendres + capsule.

B : Poids de la prise d'essai.

C : Poids de capsule vide.

### **3.1.3. Détermination de la matière organique (MO)**

La teneur en matière organique est déduite par la différence entre la matière sèche (MS) et la matière minérale (MM).

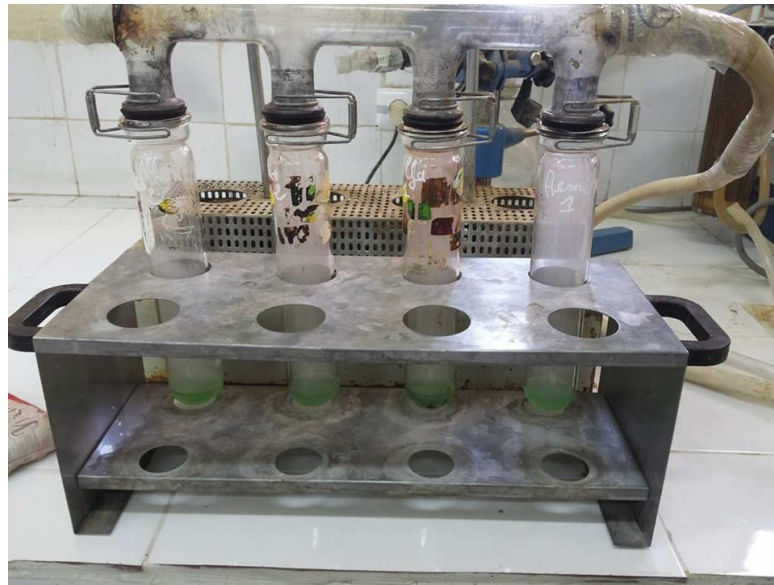
$$\text{MO}\% = 100 - \text{MM}$$

### **3.1.4. Détermination de la matière azotée totale (MAT)**

L'azote total contenu dans les fourrages est dosé par la méthode de KJELDHAHL. Cette méthode de dosage comporte deux étapes (minéralisation et distillation), elles sont suivies d'un dosage par titrimétrie.

- **Minéralisation**

Opérer sur un échantillon de 0,5 à 2 g (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon). L'introduire dans des matras de 250 ml, ajouter 2 g de catalyseur (composé de 250 g de  $K_2SO_4$ , 250 g de  $CuSO_4$  et 5 g de Se) et 20 ml d'acide sulfurique concentré (densité = 1,84). Porter les matras sur le support d'attaque et chauffer jusqu'à l'obtention d'une coloration verte stable. Laisser refroidir, puis ajouter peu à peu avec précaution 200 ml d'eau distillée en agitant et en refroidissant sous un courant d'eau.



**Fig. 8 :** Minéralisation.

- **Distillation**

Transvaser 10 à 50 ml du contenu du matras dans l'appareil distillateur (Buchi), rincer la burette graduée. Dans un bécher destiné à recueillir le distillat, introduire 20 ml de l'indicateur composé de :

- 20 g d'acide borique.
- 200 ml d'éthanol absolu.
- 10 ml d'indicateur contenant : 1/4 de rouge de méthyle à 20% dans l'alcool à 95° et 3/4 de vert de bromocresol à 0,1% dans l'alcool à 95°.

Verser lentement dans le matras de l'appareil distillateur, 50 ml de lessive de soude ( $d=1.33$ ), mettre en marche l'appareil, laisser l'attaque se faire jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 100 ml au moins, titrer en retour par l'acide sulfurique à N/20 (ou N/50) jusqu'à l'obtention à nouveau de la couleur initiale de l'indicateur.



Fig. 9 : Distillation

Fig. 10 : Titrage

1 ml d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1N)  $\longrightarrow$  0,014g d'N.

1 ml d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  (N/20)  $\longrightarrow$  0,0007g d'N.

$$\text{Teneur en MAT (\%MS)} = \frac{X \cdot 0,0014 \times 6,25}{A} \times 100$$

A : poids de l'échantillon de départ.

X : descente de burette (ml).

### 3.1.5. Détermination de la cellulose brute (CB)

La teneur en cellulose est déterminée par la méthode de WEENDE. Le principe consiste à doser les résidus cellulosiques obtenus après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

Peser 2 g d'échantillon, l'introduire dans un ballon de 500 ml muni d'un réfrigérant rodé sur le goulot, ajouter 100 ml d'une solution aqueuse bouillante contenant 12,5 g d'acide sulfurique pour 1 litre. Chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celle-ci pendant 30 min exactement. Agiter régulièrement le ballon pendant l'hydrolyse, séparer le ballon du réfrigérant. Transvaser dans un ou plusieurs tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible de produit dans le ballon. Centrifuger jusqu'à clarification totale du liquide.

Introduire le résidu dans le même ballon en le détachant du tube a centrifugé avec 100 ml de solution bouillante contenant 12,5 g de soude pour 1 litre. Faire bouillir durant 30 min exactement, filtrer sur creuset (de porosité 1 ou 2). Passer le creuset plus le résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à poids constant.

Après refroidissement au dessiccateur, peser puis incinérer dans le four à moufle à 400°C durant 5 heures. Refroidir au dessiccateur et peser à nouveau.



**Fig. 11 :** Dosage de la cellulose brute (Soxhlet).

La différence entre les deux pesées représente les matières cellulosiques, une grande partie de cellulose vraie, une partie de la lignine et des résidus d'hémicellulose.

$$\text{CB \%} = \frac{(A-B)}{C} \times 100$$

A : poids du creuset + résidu après dessiccation.

B : poids de creuset + résidu après incinération.

C : poids de l'échantillon de départ.

### 3.1.6. Détermination des matières grasses

Les matières grasses des fourrages sont obtenus par extraction épuisante directe dans un appareil de type Soxhlet. Au moyen d'un solvant, on élimine le solvant par distillation et dessiccation et finalement par pesée du résidu.

Introduire 5g de l'échantillon à analyser dans l'extracteur Soxhlet, ce dernier est ensuite placé sur un ballon sec préalablement pesé puis rempli d'une quantité suffisante (3/4) du solvant d'extraction (éther de pétrole). Un réfrigérant est adapté au-dessus de l'extracteur.



A l'aide d'un chauffe ballon, le solvant est porté à ébullition, la vapeur de ce dernier passe par la partie intermédiaire où elle se condense grâce au réfrigérant. Le liquide obtenu se mélange dans le corps de l'extracteur et solubilise la substance à extraire. Lorsque l'extracteur est suffisamment rempli du solvant, le siphonage s'amorce, ce qui provoque le retour du liquide dans le ballon, accompagné de l'huile extraite. Le solvant continue alors de s'évaporer, alors que les substances extraites restent piégées dans le ballon, leur température d'ébullition étant nécessairement nettement supérieure à celle du solvant extracteur. L'extraction se fait pendant 6 à 8 heures. Le ballon contenant le résidu est ensuite placé dans l'étuve à 102°C pendant 3 heures, puis refroidir dans le dessiccateur et enfin pesé.



**Fig. 12** : Appareil à Soxhlet.



**Fig. 13** : Rota-vapeur.

La teneur en MG est obtenue par l'équation suivante :

$$\text{MG}\% = \frac{Z-L}{B} \times 100$$

Z : poids du ballon + résidu après 3h à l'étuve (g).

L : poids du ballon vide.

B : poids de la prise d'essai.

### 3.2. Détermination de la valeur nutritive

La valeur nutritive de l'espèce étudiée (valeur énergétique et valeur azotée) a été estimée par des formules de prévision utilisant les résultats des analyses.

Les formules de prévision sont élaborées par un groupe d'auteurs cités dans les travaux **Kadi et Zirmi** (2016), **Zirmi et Kadi**, (2016) et **Ahmed Serir**, (2017).

### 3.2.1. Estimation de la valeur énergétique

#### a) Énergie brute EB

$$EB \text{ kcal/kg MO} = 4516 + 1,646 \text{ MAT} + 70. \text{ (Richard et al., 1990)}$$

#### b) Énergie digestible ED

$ED = EB \times dE / 100$ . (dE = digestibilité de l'énergie brute EB dE en %). (Vermorel, 1988)

$$dE = 1,055 \text{ dMO} - 6,833. \text{ (Richard et al., 1990)}$$

$dMO (\%MO) = 900 (\text{MAT/MO})^2 + 45,1$ . (MAT et MO en % MS). (Guerin et al., 1989)

#### c) Énergie métabolisable EM

$EM/ED = 0,8682 - 0,099 \text{ CB/MO} - 0,196 \text{ MAT/MO}$ . (CB, MO et MAT en % MS). (Vermorel, 1988)

#### d) Énergie nette EN et valeurs de l'unité fourragère UF

$q = EM/EB$  (rendement de l'énergie brute en énergie métabolisable). (Vermorel, 1988)

$EN = k \times EM$  (k est le rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette). (Vermorel, 1988)

$ENL = kl \times EM$  (kl = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette lait). (Vermorel, 1988)

$ENM = km \times EM$  (km = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette pour l'entretien). (Vermorel, 1988)

$ENV = kmf \times EM$  (kmf = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette entretien + viande). (Vermorel, 1988)

$$Kl = 0,4632 + 0,24q \quad km = 0,287q + 0,554 \quad Kf = 0,78q + 0,006 \text{ (Vermorel, 1988)}$$

$$Kmf = (Km \times Kf \times 1.5) / (Kf + 0.5 Km) \text{ (Vermorel, 1988)}$$

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

- $UFL = \frac{EM \times KL}{1700} = \frac{ENL}{1700}$  (1700 kcal/kg MS = ENL d'1 kg d'orge de référence).  
(Vermorel, 1988)
- $UFV = \frac{EM \times kmf}{1820} = \frac{ENV}{1820}$  (1820 kcal/kg de MS = ENV d'1 kg d'orge de référence).  
(Vermorel, 1988)

### 3-2-2. Estimation de la valeur azotée

#### Le système PDI

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

Équation de départ :

$$PDIN = PDIA + PDIMN.$$

$$PDIE = PDIA + PDIME.$$

$PDIA = 1,11 \times MAT \times (1 - DT) \times dr$ . (Pour les fourrages verts : DT = 0,73 et dr = 0,75).  
(Vérité et Peyraud, 1988)

$PDIMN = 0,64 \times MAT \times (DT - 0,10)$ . (Vérité et Peyraud, 1988)

$PDIME = 0,093 \times MOF$ . (Vérité et Peyraud, 1988)

$MOF = MO \times dMO - MAT \times (1 - DT)$ . MAT, MO et MOF en g / Kg de MS. (Vérité et Peyraud, 1988)

### 3.2.3. Calcule de l'énergie digestible pour lapin (Kcal/kg de MS)

Différentes équations proposées par Lebas (2013), en fonction des composants mesurés, peuvent servir à estimer la valeur nutritive d'une matière première dans l'alimentation du lapin.

La teneur en parois cellulaires de *Stipa tenacissima* n'a pas été déterminée par manque de produits et d'appareillage. De ce fait, les valeurs d'ADF sont tirées des données bibliographiques afin de pouvoir estimer l'énergie digestible lapin.

$$\text{ED-Lap (MJ/kgMS)} = 15,627 + 0,000986\text{MAT}^2 + 0,004\text{EE}^2 - 0,0114 \text{MX}^2 - 0,169 \text{ADF}$$

MAT en g/kg de MS.

EE : extrait étheré en g/kg de MS.

MX : Minéraux totaux en g/kg de MS.

ADF : fibres à détergent acide(en %).

### 3.4. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles de l'Alfa est faite selon la technique d'hydro distillation à l'aide d'un appareil de type « Clevenger-modifié » décrit à la pharmacopée française (1984) muni d'un système de cohobation. Ce montage se compose de quatre parties principales :

- Le réacteur** : un ballon dans lequel on introduit la matière végétale et l'eau.
- La colonne** : un cylindre en verre placé au-dessus du réacteur qui recueille la phase vapeur.
- Un réfrigérant** : dans lequel se condensent les vapeurs.
- La vase florentin** : où vont se séparer la phase organique (huiles essentielles), et la phase aqueuse.



**Fig.14** : Clevenger modifié (hydro-distillateur).

- **Calcul du rendement :**

$$\mathbf{R(\%) = (V / M) \times 100}$$

R : Rendement des huiles essentielles.

V. : Poids des huiles essentielles (ml).

M : Poids de matière végétale sèche traitée(g).

#### **4. Analyses statistiques**

Les résultats des analyses ont été traités par EXCEL en vue du calcul de la moyenne et de l'écart type.

### 1. Composition chimique de *Stipa tenacissima*

Les résultats de l'analyse fourragère de la plante spontanée *Stipa tenacissima* sont répertoriés dans le tableau 6. La détermination de la composition chimique (MS, MO, MM, CB, MAT, MG), permet par la suite de prédire la valeur nutritive de la plante.

**Tableau 06** : Composition chimique de *Stipa tenacissima*.

| Espèce                   | MS%  | En % de MS |      |                 |                |                | ADF         | MAT<br>g/kg<br>de<br>MO | CB<br>g/kg de<br>MO |
|--------------------------|------|------------|------|-----------------|----------------|----------------|-------------|-------------------------|---------------------|
|                          |      | MM%        | MO%  | CB%             | MAT%           | MG%            |             |                         |                     |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 73,2 | 3,0        | 97,0 | 39,40<br>± 0,28 | 6,33 ±<br>0,40 | 2,73 ±<br>0,18 | 47,6<br>(1) | 65,36                   | 406,186             |

(1) : Zirmi et Kadi (2016).

#### 1.1. Teneur en matière sèche

L'examen du tableau -6-, montre que *Stipa tenacissima* récoltée en saison fin automnale renferme une teneur de 73,2 % en matière sèche.

Cette teneur est nettement inférieure à celle publiée par **Zirmi et Kadi** (2016), soit 93,1 % pour la même espèce provenant de la région de Bou-Sâada et Djelfa. Faisant varier les stades de végétation de *Stipa parviflora* (appeler stipe à petites fleurs), les mêmes auteurs annoncent une variabilité importante de la matière sèche qui fluctue entre 62,6 et 95,2%.

Cette teneur en matière sèche est supérieure à celle d'un fourrage vert, en effet la luzerne cycle 1 végétatif et la luzerne en fin de floraison présentent respectivement des teneurs de 15,8 % et 32,2 % signalées par **Chibani et al.** (2010). Cependant notre valeur demeure faible par rapport à celles trouvés par les mêmes auteurs pour le foin de luzerne qui dose 88,5 % de MS et pour la luzerne déshydratée avec 91,2 %.

Notre échantillon d'étude est plus proche d'un foin qu'un fourrage vert. En effet, selon **Riviere** (1978), les plantes fourragères à l'état jeune peuvent contenir de 88 à 90 % d'eau. Selon le même auteur, les fluctuations de la matière sèche d'une plante donnée sont attribuées à plusieurs facteurs qui peuvent être liées à la fois, à l'espèce, l'organe de la plante (feuille, tige, fruit), le stade végétatif, la saison de prélèvement, la nature du sol, ainsi qu'aux conditions géo-climatiques.

## 1.2. Teneur en matière minérale

L'analyse chimique de *Stipa tenacissima* révèle une teneur faible en matière minérale, un taux de 3 % est enregistré.

Ce résultat est en conformité avec celui rapporté par **Zirmi et Kadi** (2016), soit un taux de 3,58 % pour la même espèce récoltée dans la wilaya de Bou-Sâada et Djelfa. Cependant ces mêmes auteurs infirment l'effet saison et affirment l'effet région de récolte sur la teneur en matière minérale d'une plante. En effet pour l'espèce *Stipagrostis pungens* (appeler Drinn) ils mentionnent des teneurs analogues au printemps et en automne, elles sont respectivement de l'ordre de 5,67 % et 5,2 %. Par contre cette espèce montre une variabilité en matière minérale en fonction des lieux de récolte avec des valeurs de 5,45 % pour celle récoltée à Bou-Sâada et Djelfa et de 8,82 % à celle récoltée à Ouargla.

L'Alfa n'est pas considérée comme une plante halophile malgré son abondance en milieu steppique. Comparativement aux *Atriplex* qui sont des plantes spontanées de la steppe, qui renferment des taux élevés en matière minérale en raison de leur caractère halophile. Selon **Kadi et Zirrimi** (2016), l'*Atriplex canescens* au printemps et l'*Atriplex halimus* de la Wilaya de Biskra ont des teneurs respectives de l'ordre de 24,38 % et 22,24 %.

Notre résultat obtenu est inférieur à la valeur signalée par **Houmani et al.** (2004), pour l'*Artemisia herba alba* avec un taux de 7,5 %. De même **Chibani et al.** (2010), ont enregistrés des valeurs supérieures au nôtre soit 10,7 % pour le foin de luzerne et 10,5 % pour la luzerne déshydratée.

Les variations de la concentration en éléments minéraux, notées par les différents auteurs sont dues à l'origine de substrats, autrement dit, au type du sol, au climat, au stade de maturité et à la saison de récolte (**Topps**, 1992 ; **Chehma**, 2005). Ces variations selon **Sauvant et al.** (1988), sont peut être liées à la région d'origine et à l'espèce.

D'après **Riviere** (1978) et **Jarrige et al.** (1995), la composition minérale d'un fourrage résulte de l'action combinée de plusieurs facteurs : la phase végétative de la plante, son appartenance botanique, les conditions de milieu et le mode d'exploitation (fertilisation, récolte, ...). Il est aussi admis que l'âge des fourrages est un facteur important de ces variations.

### 1.3. Teneur en matière organique

La teneur en matière organique de *Stipa tenacissima* est de l'ordre de 97 % de MS. Elle est parmi les plantes steppiennes spontanées les plus riches en matière organique

Cette valeur est comparable à celle trouvée par, pour la même espèce de la wilaya de Bou-Sâada et Djelfa qui atteint 96,41 %. Les mêmes auteurs trouvent que l'espèce *Stipagrostis ciliata* au printemps et en automne présente des teneurs semblables de l'ordre de 93 % et 93,72 % respectivement, ainsi que pour l'espèce *Stipagrostis pungens* au printemps avec 94,33 % et en automne avec 94,80 %, sauf que cette dernière note une légère différence en terme de région de récolte soit un taux de 94,54 % pour la région de Bou-Sâada et Djelfa et de 91,18 % de la région de Ouargla. En effet, ces auteurs montrent que la matière organique de *Stipa parviflora* est moyennement variable d'un stade à un autre avec des teneurs qui varient entre 92,6 % à 96,5 %.

Notre résultat montre que l'alfa est plus riche en matière organique qu'un fourrage cultivé. Prenons comme exemples de comparaison ceux rapportés par **Chibani et al.** (2010), soit 77 % pour la luzerne cycle 1 végétatif et 59 % pour la luzerne fin floraison.

En effet, d'après les résultats rapportés par **Zirmi et Kadi** (2016), on peut constater que la composition en matière organique des plantes steppiennes est généralement comparable et élevée avec des valeurs allant de 91 à 97 %. Hormis les Atriplex qui sont les moins pourvues de matières organiques vue leur caractère halophile.

Ces variations observées sont probablement dues aux conditions climatiques, au stade du développement végétatif au moment de la coupe. La richesse d'une plante en matière organique est étroitement liée à la photosynthèse et à la fraction minérale.

**Duru** (1992), rapporte que la teneur en matière organique, est en fonction de l'absorption de la plante et que celle-ci régresse le long de son cycle de développement pour s'arrêter complètement en fin de cycle.



#### 1.4. Teneur matière azotées totales

La teneur en matières azotées totales de *Stipa tenacissima* notée dans cette étude est de 6,33 %.

Cette valeur se rapproche à celle énoncée par **Zirmi et Kadi** (2016), pour la même espèce qui est de l'ordre de 7,46 %. Par ailleurs un écart important est enregistré par les mêmes auteurs pour l'espèce *Stipa parviflora* entre différents stades de maturité avec des valeurs de 1,7 % en stade végétatif, 8,3 % en stade débourrement, 17 % en stade floraison et 4,2 % en stade fruit, cela peut être expliqué qu'en phase floraison ce sont les feuilles qui apportent plus de MAT que les tiges. De plus, en 2 régions distinctes, l'espèce *Stipagrostis pungens* présente une variabilité, ces mêmes auteurs trouvent des valeurs de 9,52 % pour la région de Bou-Sâada et Djelfa et 4,7 % pour la région d'Ouargla. Ces auteurs n'ont signalé aucun effet saison sur la teneur des MAT l'espèce *Stipagrostis pungens*, sa teneur est de 1,94 % au printemps et de 1,92 % en automne. A l'opposé l'espèce *Stipagrostis ciliata* semble influencée par la saison, des valeurs de 3,19 % et 1,74 % sont marquées au printemps et en automne respectivement.

Comparativement à *l'Artemisia herba alba*, autre plante spontanée steppique, **Houmani et al.** (2004), ont enregistré un contenu en MAT de 12,1 %, cette valeur est nettement plus élevée.

Comparativement à un fourrage de légumineuse cultivé, **Chibani et al.** (2010), ont trouvé des valeurs plus intéressantes soit un taux de 16,8 % pour le foin de luzerne et 20,7 % pour la luzerne déshydratée.

En général, selon **Jarrige** (1988), les plantes fourragères s'appauvrissent en matières azotées totales au cours de leur croissance avec la sénescence de leurs organes aériens. Toutefois d'après **Jean Blain et al.** (1992), la teneur en matières azotées totales varie entre les phases phénologiques.

Selon **Lemaire et Alliand** (1993), les différences d'azote trouvent leurs explications par une évolution différente du rapport feuille / tiges, sachant que l'azote est particulièrement concentrés dans les feuilles.

### 1.5. Teneur en cellulose brute

En termes de cellulose brute, *Stipa tenacissima* qui est réputée hautement cellulosique renferme une teneur de 39,4 %.

Notre résultat est proche à celui trouvé par **Mouhoubie** (2008) pour la même espèce récoltée dans la région de Batna qui est de l'ordre de 38 %.

Cependant **Rokbi et al.** (2013) ont énoncé des teneurs supérieures au nôtre pour la même espèce de la région de Hodna, avec des valeurs qui varient de 41,9 % à 49,6 %. De plus, notre résultat obtenu est relativement faible par rapport à celui obtenu par **Akchiche et Messaoued** (2007) pour la même espèce récoltée au Sud-ouest du pays, soit un taux de 43,81 %.

Des teneurs relativement inférieures au nôtre sont enregistrées par **Kamatali et al.** (1990) pour la pulpe de betterave (22,4 %), et par **Jacques** (2005) pour le tourteau de tournesol non décortiqué (24 %). **Chibani et al.** (2010) annoncent une teneur inférieure à la nôtre, de la luzerne déshydratée soit 25,5 %. Cette matière est souvent incorporée en forte proportion dans l'aliment lapin. Malgré cela, l'aliment granulé accuse un déficit chronique en cellulose brute, ce qui occasionne des troubles digestifs chez le lapin. Certains chercheurs suggèrent des matières plus cellulosiques que la luzerne, le cas du Sulla et de la paille. **Chibani et al.** (2010) trouvent une valeur plus élevée en cellulose brute pour la paille de blé soit une teneur de 42 % , alors que, **Mefiti Korteby** (1994), **Mefiti Korteby et al.**, (2015) ont enregistré une valeur comparable à la nôtre celle de la paille de blé dur, soit un taux de 39,11 %.

En raison de sa proportion élevée en CB, *Stipa tenacissima* peut être incorporée partiellement dans l'alimentation du lapin. Elle peut répondre efficacement au besoin du lapin en fibres donc elle peut servir comme un alternatif de l'une des matières premières d'aliment fibreux du lapin. Pour une meilleure cécotrophie, le lapin tolère un taux considérable en fibres dans son alimentation (besoin du lapin est entre 14% et 15%). Cette fraction est assuré en grande partie par la luzerne déshydratée, les issus de céréales, les pulpes de betteraves et aussi par certains tourteaux comme le tourteau de tournesol non décortiqué notamment en Europe (**Lebas et Djago**, 2001). L'incorporation de l'alfa peut être envisagée dans l'alimentation du lapin par son apport en fibres.

### 1.6. Teneur en matière grasse

La teneur en matières grasses de *Stipa tenacissima* est relativement faible, elle est de l'ordre de 2,4%. Le seuil limite supérieure en production animale pour la quasi-totalité des espèces est de 4% (INRA, 1988). Wilson et Brigstocke (1981) ont indiqué que le taux de MG dans la ration alimentaire des ruminants ne doit pas dépasser 8% de MS. Autrement, la digestion des fibres serait altérée. Kadi (2012) a montré aussi que le lapin n'apprécie pas un taux élevé en MG, sa ration alimentaire ne doit pas dépasser 3%. Donc ce faible taux de MG obtenu convient largement aussi bien pour les ruminants ainsi que pour le lapin.

En comparant avec certains espèces steppiques, Kadi et Zirmi (2016) montrent que cette valeur est supérieure à celles de *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus* qui ont des teneurs de 1,27 % et 1,86 % respectivement, mais elle est visiblement inférieure à celle de l'*Artemisia herba alba* qui renferme un taux de 9 %. Les mêmes auteurs montrent que l'espèce *Astragalus armatus* est parmi les plus pauvres en matière grasse, en effet en saison sèche et en saison de pluie elle possède des teneurs respectives de 0,21 et 0,35%. La plupart des espèces steppiques spontanées sont en général pauvres en MG, elles contiennent des valeurs qui oscillent dans l'intervalle de 0 à 10%.

### 2. Valeur nutritive de *Stipa tenacissima*

La valeur nutritive de *Stipa tenacissima* a été estimée à partir des équations de régression établies par des auteurs cités par Kadi et Zirmi (2016), Zirmi et Kadi (2016) et Ahmed Serir, (2017) pour (UFL, UFV, PDIN et PDIE) ; et des équations proposées par Lebas (2013) pour ED-lapin, tout en utilisant les paramètres de la composition chimique déterminés au préalable. Le tableau 07 présente la valeur nutritive de la plante étudiée.

**Tableau 07** : Valeur nutritive de *Stipa tenacissima*.

| Espèce                   | Valeur énergétique<br>UF/kg MS |      | Valeur azotée<br>g/kg MS |       | ED- lapin<br>Kcal/kg MS |
|--------------------------|--------------------------------|------|--------------------------|-------|-------------------------|
|                          | UFL                            | UFV  | PDIN                     | PDIE  |                         |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 0,53                           | 0,42 | 41,04                    | 58,81 | 1806,73                 |

### 2.1. Valeurs énergétiques

La valeur énergétique de *Stipa tenacissima* enregistrée est de l'ordre de 0,53 UF<sub>L</sub> et 0,42 UF<sub>V</sub> par Kg de MS.

Cette valeur concorde avec celle annoncée par **Zirmi et Kadi** (2016) pour la même espèce avec une teneur de 0,56 UF<sub>L</sub> et 0,44 UF<sub>V</sub>. Selon ces auteurs cette valeur est aussi comparable à celle de l'espèce *Stipagrostis pungens* du Sud-ouest Algérien (0,52 UF<sub>L</sub> et 0,41 UF<sub>V</sub>) et à celle de l'espèce *Stipa parviflora* en stade débourrement (0,59 UF<sub>L</sub> et 0,48 UF<sub>V</sub>).

Cependant, nos résultats sont moindres à ceux rapportés par **Houmani et al.** (2004), pour une autre plante spontanée steppique qui est *l'Artemisia herba alba* qui sont de l'ordre de 0,74 UF<sub>L</sub> et 0,63 UF<sub>V</sub>.

Ces plantes spontanées sont pauvres en unités fourragères lait et viande en les comparant aux fourrages. Selon les résultats de **Jarrige** (1988) et **Mauriès** (1994) la luzerne déshydratée dose plus d'énergie que l'alfa, elle renferme des teneurs de (0,88 UF<sub>L</sub> et 0,82 UF<sub>V</sub>) (0,95 UF<sub>L</sub> et 0,87 UF<sub>V</sub>) respectivement.

### 2.2. Valeurs azotées

Les résultats des valeurs azotées obtenus sont de l'ordre de 41,04 g/kg de MS de PDIN et de 58,81 g/kg de MS de PDIE.

Ces valeurs se rapprochent à ceux citées par **Zirmi et Kadi** (2016) pour la même espèce, soit un taux de 47 g/kg de PDIN et 60 g/kg de PDIE. Cependant, ces auteurs ont signalés des valeurs supérieures aux nôtres pour *l'Artemisia herba alba*, avec une teneur de 76 g/kg de PDIN et 76 g/kg de PDIE, ainsi que pour *l'Atriplex halimus* qui contient 98 g/kg de PDIN et 91 g/kg de PDIE.

De même, **Jarrige** (1988) montre une valeur clairement supérieure à nos résultats pour la luzerne en stade végétatif et en stade floraison avec des teneurs respectives de PDIN de 141 et 106 g/kg de MS et des teneurs respectives de PDIE de 101 et 81 g/kg de MS.

### 2.3. Teneur en énergie digestible lapin

En termes d'énergie digestible lapin, *Stipa tenacissima* renferme une teneur de 1806,73 kcal d'ED. Lap/kg MS. Cette valeur est comprise dans l'intervalle de variation rapporté par

**Gidenne et al.**, (2012), pour la luzerne qui présente une teneur allant de 1700 à 2100 kcal d'ED lap/kg de MS.

Toutefois cette valeur est inférieure à celle de certaines matières premières utilisées en alimentation du lapin, notamment celle des Graminées. **Lebas et al.**, (1996) rapportent des teneurs de 3200 kcal d'ED. Lap/kg MS pour le maïs, 3100 kcal d'ED. Lap/kg MS pour le blé et 3000 kcal d'ED. Lap/kg MS pour l'orge.

Énergie digestible lapin en engraissement est recommandé entre 2000 et 2200 kcal, celle des lapines reproductrices est comprise entre 2200 et 2400 kcal (**Gidenne et al.**, 2012).

#### **2.4. Rendement en huiles essentielles**

L'objectif principale de cette partie est la détermination du rendement en huile essentielle de *Stipa tenacissima*, afin aussi de déterminer sa contenance qualitative et quantitative en facteurs antinutritionnels.

Après la mise des parties aériennes de la plante séchée au préalable à l'air libre, dans un hydro-distillateur (Clevenger), pendant plus de 2 heures, aucun rendement en huile essentielle n'a été obtenu.

# Conclusion et recommandations

Le présent travail constitue une contribution à l'étude des caractéristiques nutritives de l'Alfa (*Stipa tenacissima*), dans le but de la valoriser en alimentation animale et l'utiliser comme moyen potentiel pour augmenter la disponibilité des ressources alimentaire vertes pour les ruminants ainsi que pour le lapin.

Cette étude s'est caractérisée par des analyses fourragères, effectuées au laboratoire zootechnie du département des biotechnologies à l'université de Blida -1-, en vue de la détermination de la valeur nutritive de la plante étudiée.

La composition chimique de la plante étudiée marque que l'Alfa est significativement riche en cellulose brute avec un taux de 39,4 % de matière sèche, alors que les taux des matières azotées totales de 6,33% et celui des matières minérales de 3% sont jugés faibles comparativement à d'autres plantes spontanées ou à d'autres fourrages cultivés.

Comme la valeur nutritive est directement liée à la composition chimique, les résultats obtenus au cours de ce travail permettent de conclure que l'intégration de l'Alfa présente un moindre intérêt pour les animaux ayant des besoins élevés. Il serait donc préférable de l'incorporer dans la ration des ruminants en saison sèche ou en période de disette. Alors que dans l'aliment granulé du lapin, l'alfa peut constituer une source de cellulose brute en remplacement à la luzerne déshydratée.

Les faibles valeurs azotées de l'Alfa étudiées imposent une complémentation d'un tourteau, un traitement azoté chez les ruminants, ou d'explorer une source protéiques provenant des vers de farine (ténébrion meunier ; *Tenebrio molitor*) chez les monogastriques, ou même à adjuver des enzymes capables de tirer profit le mieux de l'aliment composé.

Ce travail peut être complété par :

- Traitement de l'Alfa aux alcalis afin d'améliorer sa valeur azotée, et déterminer la meilleure concentration de traitement.
- L'intégration de l'Alfa en l'alimentation animale, à différents taux de substitution partielle aux matières premières importées notamment chez le lapin (elle peut être substituée à la luzerne déshydratée).
- Une étude sur les performances zootechniques des animaux à différents états physiologiques pour prouver l'efficacité de son incorporation.
- Une étude de digestibilité *in vivo*, pour déterminer la valeur alimentaire de l'Alfa non traitée et traitée.
- Détermination qualitative et quantitative des facteurs anti- nutritionnels contenus dans cette plante, s'ils existent.

## Références Bibliographiques

- ❖ **Abbas K., Abdelguerfi-Laouar M., Madani T., Mebarki A ; Abdelguerfi A., 2006.** Rôle et usage des prairies naturelles en zone semi-aride d'altitude en Algérie. *Fourrages 183* : 475-476.
- ❖ **Abdelguerfi A, 1987.** Quelques réflexions sur la situation des fourrages en Algérie, *Revue céréaliculture, n°16, 1-5.*
- ❖ **Abdelguerfi A., Laouar M., 1997.** La privation du foncier : Impact sur l'environnement et sur les ressources génétiques en Algérie. *Options méditerranéennes, Série A, Séminaire Méditerranéens, n°32, 203-207.*
- ❖ **Abdelguerfi A., Laouar M., M'hammedi Bouzida M., 2008.** Les productions fourragères et pastorales en Algérie : Situation et possibilités d'amélioration. *Revue semestrielle "Agriculture et développement" (INVA, Alger), Janvier 2008 n°06, 14-25p.*
- ❖ **Abdelkrim H., 1984.** Approche phytosociologique et écologique de quelques nappes alfatières des régions de Djelfa et Tébessa. *Mémoire de Magister. SC. Agro. I.N.A. Alger 130p.*
- ❖ **Adem R., Ferrah A., 2002.** Les ressources fourragères en Algérie. Analyse du bilan fourrager pour l'année 2001 : [http://désertification.wordpress.com/2007/03/31/ressources fourragères en algérie.gredaal.com/](http://désertification.wordpress.com/2007/03/31/ressources-fourragères-en-algérie.gredaal.com/).
- ❖ **Ahmed-Serir A., 2017.** Caractéristiques nutritives des rebuts de datte et des grignons d'olive en vue d'une alimentation animale. *Mémoire de master en productions animales, Université Djilali Bounaama. Khemis meliana. 57p.*
- ❖ **Aidoud A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. *Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle. U.S.T.H.B. Alger, 245, 250p + annexes.*
- ❖ **Aidoud A., Lefloch E., Le Houerou H.N., 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse, vol. 17, n1-2, p. 19-30.*
- ❖ **Akchiche O., Messaoued Bouregghda K., 2007.** Esparto grass (*Stipa tenacissima* L). raw material of papermaking. First part. *Journal Chemistry Raw Plant, n°4, pp 25-30.*
- ❖ **Amrani O., 2006.** Valeur nutritive du chardon marie (*Silybium marianum* (1) Gaerthn) "Tawra". *Thèse de magister en agronomie. Université El Hadj Lakhder Batna. 70P.*



- ❖ **Andrieu J., 1983.** Valeur alimentaire des associations graminées - trèfle blanc prévision de leur valeur nutritive. *Revue fourrages*, 5 sept 1983. Pp-160.
- ❖ **Anonyme, 1985.** Les faits de la dégradation des sols et de la végétation dans les régions arides et semi-arides. *Mini. Agri. Rev. Arg. Alger.* 70p.
- ❖ **AOAC., 1990.** Official methods of analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, AOAC, Arlington, VA.
- ❖ **Aufrère J., 1982.** Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zoot.*, 31 (2). P111-130.
- ❖ **Aufrère J., Baumont R., 2007.** Prévision de la digestibilité des fourrages par la méthode de pepsine-cellulase. Le point sur les équations proposées. *INRA Prod. Anim.*, 20 (2), 129-136.
- ❖ **Ball D.M., Collins M., Lacefield G.D., Martin N.P., Martens D.A., Olson K.E., Putnam D.H., Undersander M.J., Wolf M.W., 2001.** Understanding Forage Quality. American Farm Bureau Federation. *Publication 1-01, Park Ridge, IL*
- ❖ **Baumont R., Champciaux P., Agabriel J., Michalet-Doreau B., Demarquilly C., 1999.** Une démarche intégrée pour prévoir la valeur des aliments pour les ruminants : Prév. Alim. pour INRAtion. *INRA., Prod. Anim.*, 12 (3), 183-194.
- ❖ **Baumont R., Aufrère J., Meschy F., 2009.** La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation. *Fourrages* (2009) 198, 153-173.
- ❖ **Benabdeli K., 2000.** Évaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique : Cas de Ras El ma (Sidi Bel Abbes - Algérie). In Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours. *Options méditerranéennes, série A, Séminaires Méditerranéens*, n°39, 129-141.
- ❖ **Benadaïda K., 1999.** Contribution à l'étude écobio-chimique de l'alfa (*Stipa tenacissima L*) et de sparte (*Lygeum spartum L*) **Bencherif S., 2011.** L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne évolution et possibilités de développement. *Thèse de doctorat en développement agricole, AgroParisTech, Montpellier.* 280 p.
- ❖ **Bencherik M et Lakhdari S, 2002.** Contribution à l'étude de l'entomofaune de la nappe alfatière de la région de Zaafrane. W.Djelfa. *Mémoire d'Ing en agropastoralisme. Université Ziane Achour Djelfa.*
- ❖ **Boudjaja S., Harfouche A., Chettah W., 2009.** Contribution à l'étude de la variabilité géographique chez l'alfa (*Stipa tenacissima L*). *Revue de l'Institut national de la Recherche Agronomique n°23-2009* : 7-23.

- ❖ **Boudy P., 1948.** Économie forestière de l'Afrique du Nord. 4 Vol. Loras Ed Paris T1 : Milieu physique et humain. *Ed. Laros, Paris, 688p.*
- ❖ **Boudy P., 1950.** Économie forestière d'Afrique du Nord. Paris, *Larose 2, (II), 777-818.*
- ❖ **Boudy P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. *Ed. Librairie Agricole, Paris ; 505p.*
- ❖ **Bourahla A., Guittonneau G., 1978.** Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. *Bulletin de l'Institut d'Ecologie Appliquée d'Orléans, 1 : 19-40.*
- ❖ **Bousmaha T., 2012.** Contribution à l'étude de l'évolution de la nappe alfatière dans la mise en défens de Nofikha. (Naâma). *Thèse de magister en foresterie, Université Aboubekr Belkaïd. Tlemcen, 86p.*
- ❖ **Bouzida S., Ghozlane F., Allane M., Yakhlef H., Abdelguerfi A. 2010.** Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie) , *Rev. Fourrages, 204, 269-275.*
- ❖
- ❖ **C.R.B.T, 1987.** Rapport phytoécologique et pastorale sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. *Rapport Alger, 256p.*
- ❖ **Chehma A., 2005.** Étude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. *Thèse de doctorat en biologie appliquée. Université Badji Mokhtar, Annaba, 136p.*
- ❖ **Chellig R., 1992.** Les races ovines Algériennes. *2<sup>ème</sup> édition OPU, Alger. 98p.*
- ❖ **Chibani C., Chabaca R., Boulberhanr D., 2010.** Fourrages Algériens. 1. Composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotées, *Livestock Research for Rural Development 22 (8) 2010 14p.*
- ❖ **Clement M., 1981.** Dictionnaire des industries alimentaires. *Ed Masson p 1146.*
- ❖ **Cordesse, 1980.** Valeur nutritive des aliments, *INES. Zoot. Montpellier.*
- ❖ **Cosson E., 1853.** Rapport sur un voyage botanique en Algérie d'Oran au Chott el Chergui. *Ann. Sci. Nat. 3<sup>ème</sup>. Série : 19-92p.*
- ❖ **Crête P., 1965.** Précis de botanique, systématique des angiospermes, *T,H, Ed, Paris, P255.*
- ❖ **Crosset, 1982.** La fumure minérale. *Revue élevage bovin N°13.*

❖ **Daccord R.; Arrigo Y.; Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F.X., Lehmann J., 2003.** Valeur nutritive des plantes des prairies. 7. Teneurs en acides aminés. *Revue suisse Agric.* 35, 259-264.

❖ **Daccord R., 2005.** Digestion chez les ruminants et digestibilité des fourrages. INW-ETHZ, 13. Mai 2005.

[http://www.dbalp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub\\_DaccordR\\_2005\\_15775](http://www.dbalp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_DaccordR_2005_15775).

❖ **Dallel M., 2012.** Évaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (*Stipa tenacissima* L.) : caractérisation physico-chimique de la fibre au fil. *Thèse de doctorat en génie des procédés. Université de Haute Alsace- Mulhouse, 132p.*

❖ **Decruyenaere V., Agneessens R., Toussaint B., Anceau C., Goffaux M.J., Oger R., 2006.** Qualité du fourrage en Région Wallonne, 32p. ?????????

❖ **Demarquilly C., Jarrige R., 1981.** Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages. In : C. Demarquilly (ed), *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants, 41-59. Ed. INRA, Paris.*

❖ **Demarquilly C., Gnetet E., Andrieu J., 1981.** Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotée des fourrages. In : C. Demarquilly (Ed), *prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Table de prévision de la valeur alimentaire de fourrages. P129-154.*

❖ **Demarquilly C., 1982.** La valeur alimentaire des légumineuses (Luzerne et trèfle) en vert et modification entraînées par les différentes méthodes de conservation. *Revue fourrages, 181-202.*

❖ **Demarquilly C., Andrieu J., 1988.** In alimentation des bovins, ovins, et caprins, *Ed. INRA, 1988, pp315-335.*

❖ **Demarquilly, Dulphy, Andrieu, 1998.** Valeur nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage, enrubannage. *Revue fourrage n° 158 Ed AFPF pp 349-369.*

❖ **Denium, Dirven, 1975.** Climate, nitrogen and grass VII Comparison of yield and chemical composition of some tropical and temperate grass species grown at different temperatures. *Neth. J Agric, 23,69-82.*

❖ **Djalil L., 1994.** Les forêts Algériennes. "*Forêt méditerranéenne*".t, XV, n°1, 63p.

❖ **Djebaili S, 1984.** Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie, *Ed, OPU, Ben Aknoun, 177p.*

- ❖ **Duru, 1992.** Diagnostic de la nutrition minérale des prairies permanentes au printemps, établissement de références agronomiques 12. Ed. *INRA, France*. Pp 219-233,
- ❖ **Franchone A., Archimede H., Boval, M., 2009.** Comparaison de deux méthodes d'estimation de la digestibilité de fourrages verts ingérés au pâturage par des ovins : l'azote fécal et la spectroscopie dans le proche infrarouge. *Renc. Rech. Ruminants*, 16.
- ❖ **Ghennou S., 2014.** Contribution à une étude dynamique de *Stipa tenacissima L* dans le Sud-Ouest de la région de Tlemcen. *Mémoire de magister en écologie. Université Abou-bakr Belkaid Tlemcen*. 140p.
- ❖ **Guerin H., Richard D., Lefevre P., Friot D., Mbaye N., 1989.** Prédiction de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens. *Actes du XVIème Congrès International des Herbages, Nice, France*, 2. 879-80.
- ❖ **Gidenne T., 2012.** Alimentation du lapin en élevage biologique développer une production cunicole. *Programme CASDAR RFI, Lapin Bio*. p. 04
- ❖ **Guerin H., 1999.** Valeur alimentaire des fourrages cultivés. In Roberge G ; and Toutain B ; eds. Cultures fourragères tropicales. *Collection Repères, CIRAD, Montpellier, France*. 93-141.
- ❖ **Hamrit S., 1995.** Situation des fourrages en Algérie. "*Al Awamia*" n°89, 97-108p.
- ❖ **Harche M., 1978.** Contribution à l'étude de l'alfa d'Algérie : germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Thèse 3° cycle. Univ Sci Tech Lille, 78p.
- ❖ **Heller R., Esnault R., Lance C., 1995.** Physiologie végétale. 2développement 5ème. Ed. *Ed Masson*, 315p.
- ❖ **Hornick J.L., Akoutey A., Istasse L., 2003.** Nutrition spécial des ruminants. *Service de nutrition animale, Université de Liège. Nutrition animale, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège*".
- ❖ **Houmani M ; Houmani Z ; Skoula M, 2004.** Intérêt de l'*Artemisia herba helba* Asso dans l'alimentation du bétail des steppes algériennes. *Acta Botanica Gallicia : Botany letters*, 151 ;2, 165-172,
- ❖ **INRA. 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed, INRA Paris, 471-476.
- ❖ **INRA, 1989.** L'alimentation des animaux monogastriques : Porc, Lapin, Volaille, tables de composition des matières première, *Ed INRA 1989, ISBN 2-7380-0139-4, 170pp, 282p.*

- ❖ **INRA, 2007.** Alimentation des bovins, ovins, caprins. *Ed. Quae c/o, RD10, 78026 Versailles Cedex. 307 p.*
- ❖ **Istasse L., Van Eenaeme C., Lambt O., Gilelen M., Bienfait J. M., 1981.** Étude de quelques facteurs de variation de la digestibilité in vivo : application à un foin traité ou non à la soude. Université de Liège *Ann Zootech*, 30(2), 183-196.
- ❖ **ITELv 2012.** Infos ELEVAGES, *Bulletin trimestriel n°2 Mars 2012.*
- ❖ **Jacques E., 2005.** Les tourteaux d'oléagineux, source de protéines en alimentation animale. . *Direction scientifique, Transformation et valorisation des graines. Vol (12), n°3, pp 224-227.*
- ❖ **Jarrige R., 1980.** Chemical methods for predicting the energy and protein value of forages. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1980, 29 (hors-serie), pp.299-323.*
- ❖ **Jarrige R., 1984.** Alimentation des bovins. *Ed ITEB, p396.*
- ❖ **Jarrige R., 1988.** Alimentation des bovins, ovin et caprins ; *Ed. INRA, Paris, 47p.*
- ❖ **Jarrige R ; Ruckebusch Y ; Demarquilly C ; Farce M. ; Journet M ; 1995.** Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion. *Ed. INRA, Paris ; p323.*
- ❖ **Jean blain C., Grancher D., Egron G., Alves L., 1992.** Cours de bromatologie. Chaire de nutrition et alimentation. *Ed. ENVL, 95p.*
- ❖ **Journet M., 1992.** La luzerne dans l'alimentation des ruminants. Station de Recherche sur la vache laitière, Ed. INRA, Poitiers, 15-30.
- ❖ **Kadi S.A, 2012.** Alimentation du lapin de chair : valorisation de sources de fibres disponibles en Algérie. *Thèse de doctorat en productions animales, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 140p.*
- ❖ **Kadi S.A ; Zirmi N, 2016.** Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. Les arbres et arbustes fourragers. *Livestock Research for Rural Development. 28 (8) 2016.*
- ❖ **Kamatali P., Teller E., Vanbelle M., Delfosse P., Foulon M., Collignon G., 1990.** Complémentation d'un ensilage d'herbe par des pulpes de betteraves : effet sur les quantités ingérées, les activités alimentaires et méryciques, et la digestion chez les génisses. *Ann Zootech. (1990) 39, 113-124.*
- ❖ **Khaldoun A., Bellah F., Ameroun R., 2000.** Perspectives de développement des cultures fourragères en Algérie. *Céréaliculture, 34 : 40-46.*
- ❖ **Laperyronie A., 1982.** La production fourragère méditerranéenne ; *Ed Gp maison la neuve Paris ; 425p.*

- ❖ **Le Houerou H.N., 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertification. Option Médit. *Série B-N°10. CIHEAM. France, 396p.*
- ❖ **Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thébault R.G., 1996.** Le lapin : élevage et pathologie (nouvelle version revisitée). *FAO éditeur, Rome, 227pp.*
- ❖ **Lebas F., Djago A.Y., 2001.** Valorisation alimentaire de la paille par le lapin en croissance. *9<sup>ème</sup> Journ. Rech. Cunicole : 77-80.*
- ❖ **Lebas F., 2013.** Estimation de la digestibilité des protéines et de la teneur en énergie digestible des matières premières pour le lapin, avec un système d'équations », *15èmes journées de la recherche cunicole, 19-20 Novembre 2013, le Mans, France, 27-30.*
- ❖ **Lemaire G., Alirand J., 1993.** Relation entre croissance et qualité de la luzerne : interaction génotype-mode d'exploitation. *Fourrages, 134 : 183-198.*
- ❖ **MADR, 2016.** Statistiques Agricoles, *Séries B, 2010-2015.*
- ❖ **Maire R., 1953.** Flore de l'Afrique du Nord. Tome 2, (Gramineae). *Le Chevallier édit., Paris, 374p.*
- ❖ **Mauriès M., 1994.** La luzerne aujourd'hui. Edition France Agricole, *Paris, 254p.*
- ❖ **Mefti-Korteby H., 1994.** Étude comparative de la paille de blé dur traitée à l'ammoniac gazeux et à l'urée dans l'alimentation des ovins (traitement digestibilité *in-vivo* et test de croissance sur jeunes ovins). *Thèse de magister en production animale, Université des Sciences et de la Technologie de Blida, 141p.*
- ❖ **Mefti-Korteby H., Saadi M.A., Houmani M., 2015.** Amélioration de la composition chimique des pailles de blé dur traitées à l'urée et à l'ammoniac gazeux. *Séminaire international de SIBC, 19 Octobre 2015. Université des frères MANTOURI. Constantine.*
- ❖ **Merdjane L., Yakhlef H., 2016.** Le déficit fourrager en zone semi-aride : une contrainte récurrente au développement durable de l'élevage des ruminants. *Revue Agriculture. N°1. Pp 43-51.*
- ❖ **Messaoudi S., 2008.** Les plantes médicinales. *3<sup>ème</sup> édition, Dar Elfikr, Tunis. Pp 23-181.*
- ❖ **Mohammedi H., Labani A., Khéloufi B., 2006.** Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe Algérienne. *Ed. Dév. Durable Territ.*

- ❖ **Mouhoubie S., 2008.** Caractérisation de l'interface d'un composite fibre végétale/polypropylène. *Thèse de magister en mécanique appliqué, Université Ferhat Abbas, Sétif.*
- ❖ **Moule C., 1980.** Les céréales, tome II, phytotechnie spéciale. *Ed. Maison rustique. Paris, 318p.*
- ❖ **Moussab M., 2007.** Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge *Hordeum vulgare L.* en zones semi-arides d'altitude. *Thèse de doctorat en sciences techniques de production végétale. INA El-Harrach Alger. 73 p.*
- ❖ **Nedjraoui D., 1981.** Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. *Thèse Doct. 3<sup>o</sup> cycle, U.S.T.H.B, Alger 156p.*
- ❖ **Nedjraoui D., 1990.** Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima*) aux conditions stationnelles. Contribution à l'étude de fonctionnement de l'écosystème steppique. *Th. Doct, Unive. Sci. Tech. H. Boumediène Alger. 256p.*
- ❖ **Nedjraoui D., 2001.** Profil fourrager ; *URBT BP 295 Alger Gare, Alger 16000, Algérie.*
- ❖ **Nedjraoui D., 2002.** Les ressources pastorales en Algérie. Doc FAO En Ligne *Www.Fao.Org/agapagpcdoccounprofAlgeriaAlgeria.Htm.*
- ❖ **Nedjraoui D., 2004.** Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques Algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Presented at the Ferchichi A. (comp). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Rangeland and pasture rehabilitation in Mediterranean areas, *CIHEAM-IAMZ, Cahiers Options Méditerranéennes, pp. 239-243.*
- ❖ **Nedjraoui D., Bédrani S., 2008.** La désertification dans les steppes Algériennes : Causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo - Rev. Électronique en Sci. Environ. 8. Doi:10.4000/vertigo.5375.*
- ❖ **Nefzaoui A., Chermiti A., 1991.** Place et rôle des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi-aride de la Tunisie. *Option méditerranéennes Ser A 16, 119-25.*
- ❖ **Nefzaoui A., 2002.** Rangeland management options and individual and community strategies of agropastoralists in Central and Southern Tunisia. *CAPRI Working paper n°23, pp. 14-16.*
- ❖ **Nefzaoui A., El Mourid M., 2008.** Rangeland improvement and management in arid and semi-arid Environments of West Asia and North Africz. (ICARDA : Aleppo).

Available at: [http://icarda.org/wspublication//Regional\\_program\\_reports\\_archive/North\\_Africa/Rangeland\\_improvement.pdf](http://icarda.org/wspublication//Regional_program_reports_archive/North_Africa/Rangeland_improvement.pdf).

- ❖ **Norris K. H., Barnes R. F., Moore J.E., Shenk J. S., 1976.** Predicting forage quality by infrareds reflectance spectroscopy. *J. Animal sci.*43, 889-897.
- ❖ **Osman A., Cocks P., 1987.** Recherche de cultivars de médicago adaptés au système "ley-Farming" en Asie de l'Ouest et en Afrique du Nord. *Céréaliculture, ITGC Alger*, n°16, 63-76.
- ❖ **Ozenda P., 1954.** La flore et végétation du Sahara, *CNRS, Paris*.
- ❖ **Ozenda P., Quézel P., 1956.** Les Zygothylacées de l'Afrique du Nord et du Sahara. *Trav. Inst. Rech. Sahariennes* 14, 23-83.
- ❖ **Paiva M., Ammar I., Campos A., Cheikh R., Cunha A., 2007.** Alfa fibres: mechanical, morphological and interfacial characterization, *Composites Science and Technology* 67(6), 1132-1138.
- ❖ **Peccate J.R., Dozias D., 1998.** Conservation et valeur alimentaire de la luzerne pour les ruminants, *Fourrages*, 155,403-407.
- ❖ **Poncet C., Rémond D., Lepage E., Doreau M., 2003.** Comment mieux valoriser les protéagineux et oléagineux en alimentation des ruminants. *Fourrages* 174, 205-229.
- ❖ **Quézel P., et Santa S, 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Tome I. CNRS (ed) Paris*.
- ❖ **Rekik F., 2005.** Détermination quantitative et qualitative des potentialités fourragères des prairies naturelles de basse et moyenne altitude au niveau de la région de Batna. *Mémoire de magister INA el harrach* 94p.
- ❖ **Renault J.C., 2003.** La luzerne culture-utilisation. Co édité par le *GNIS, Aravalis-institut du végétal et l'élevage*.
- ❖ **Richard D., Guerin H., Friot D., Mbaye N, 1990.** Teneurs en énergies brutes et digestible des fourrages disponibles en zone tropicales. *Revue Elev. Med. Vét. Pays trop.*43(2):225-231.
- ❖ **Rira M., 2006.** Effet des polyphénols et des tanins sur l'activité métabolique du microbiote ruminal d'ovins. *Mémoire de magister en biochimie et microbiologie appliquée. Université des frères Mentouri Constantine*. 95p.
- ❖ **Riviere R., 1978.** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. 2<sup>ème</sup> Ed. *IEMV*, 527p.



- ❖ **Rokbi M., Herbelot C., Imad A., 2013.** Influence du traitement chimique sur le comportement à la rupture de la résine polyester orthophtalique renforcée par des fibres Alfa. *21<sup>ème</sup> congrès Français de mécanique, 26-30 Août 2013 Bordeaux.*
- ❖ **Salhi H., 2013.** Valeur nutritive des espèces spontanées de la plaine du moyen Cheliff. *Mémoire de magister en agronomie. Université Hassiba Ben Bouali Chlef. 117P.*
- ❖ **Sauvant D., 1988.** La modélisation de la digestion dans le rumen. *Reprod. Evol. Dev. 28,suppl. 1,33-58.*
- ❖ **Schubiger F.X., Lehmann J., Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B., Scehovic J., 2002.** Détermination de la digestibilité de plantes fourragères, *Revue suisse Agric. 34 (1) : 13-16.*
- ❖ **Seghdi H., 2017.** Étude de la phytomasse des formations végétales de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et de l'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) dans la région de Birine-Djelfa. *Mémoire de master en Écologie et Protection de l'environnement. Université Yahia Faress Médéa.*
- ❖ **Selmi H., Ben Gara A., Rekik B., Rouissi H., 2011.** Effect of the concentrate feed on *in vitro*. Gas production and Methane in Sicilo-Sarde Sheep. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 10 (3) : 346-350.,ISSN 18.18-6769.*
- ❖ **Senoussi A., Behir T., 2010.** Etude des disponibilités des aliments de bétails dans les régions Sahariennes. - Cas de la région du Souf. *Revue Du Chercheur N° 08/2010, 65-74.*
- ❖ **Si Ziani Y., Boulberhane D., 2003.** Bilan fourrager 1998. Comparaison offre/besoins. In : actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie, *ITGC (2001), Alger, 20-26p.*
- ❖ **Tadjeddine A., 1986.** Rapport sur le projet de synthèse du xylitol à partir du xylose extrait de l'alfa. *Comm. Sém. Nat. Sur l'alfa, El Bayadh (Algérie), 5p.*
- ❖ **Tibaoui M., Zouaghi M., 1991.** Productivité d'un parcours forestier d'une région subhumide de la Tunisie.4<sup>ème</sup> Congrès International des Terres de Parcours (CITP), *Montpellier 22-26 Avril, 1991. Tome 1 : 232-235.*
- ❖ **Topps H., 1992.** Potential, composition and use of legume shrubs and tree as fodder for livestock in the tropics. *J. agric. Sci. Vol. 188: 1-8.*
- ❖ **Trabut L., 1889.** Étude de l'alfa (*Stipa tenacissima L.*). *Ed. Adolphe Jourdan, Alger 65p.*
- ❖ **Van soest P.J., Wine R.H., 1967.** Use of detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of plant Cell-Wall constituents. *Journal AOAC, 50, p.50-55.*

- ❖ **Van soest P.J., Martens et Deinum, 1978.** Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J Anim. Prod. Assoc.* Pp 712-720.
- ❖ **Vérité R., Peyraud J.L., 1988.** Nutrition azotée. In Jarrige R (Eds), Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins, *Ed. INRA, Paris, 75-93.*
- ❖ **Vermorel M., 1988.** Nutrition énergétique. In Jarrige R (Eds), Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins, *Ed. INRA, Paris, 55-74.*
- ❖ **Waligora C, 2010.** Introduire la luzerne. De l'azote en quantités industrielles. *Technique. Cultivar-mars.* 42.45.
- ❖ **Whitteman P.C., 1980.** Tropical pasture science ; 2eme Ed. *Rustica Paris, p177.*
- ❖ **Wilson, Ford, 1971.** Temperature influence of growth, digestibility and carbohydrate composition of two tropical grasses, *Panicum maximum* var. *Trichoglume* and *Setaria sphacelata*, and two cultivars of the temperate grass *Lotium perenne*. *Ahst, J agric Res, 22.* 563-571.
- ❖ **Wilson P.N., Brigstocke T.D., 1981.** Improved feeding of cattle and sheep: practical guide to modern concepts of ruminant nutrition. *Granada, St. Albans.*
- ❖ **Zeghida A, 1987.** La rotation céréales - médicago dans les zones à vocation céréales élevages. *Céréaliculture, ITGC Alger. N° 16,* 52-56.
- ❖ **Zeriahene N., 1987.** Étude du système racinaire de l'alfa (*Stipa tenacissima*) en relation avec l'adaptation ou xérophytisme. *Mémoire de magister. Université Oran. 113p.*
- ❖ **Zirmi N., Kadi S.A., 2016.** Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. Les fourrages naturels herbacés. *Livestock Research for Rural Development.* 28 (8) 2016.

# Tables des matières

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Remerciements             |          |
| Dédicace                  |          |
| Résumé                    |          |
| Abstract                  |          |
| ملخص                      |          |
| Sommaire                  |          |
| Liste des tableaux        |          |
| Liste des figures         |          |
| Liste des abréviations    |          |
| <b>INTRODUCTION</b> ..... | <b>1</b> |

.

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 01 : Situation des fourrages en Algérie</b> .....          | <b>04</b> |
| 1. 1.Généralités.....                                                  | 04        |
| 1.2. Répartition des terres en Algérie.....                            | 04        |
| 1.3. Ressources fourragères en Algérie.....                            | 05        |
| 1.3.1. Ressources fourragère naturelle.....                            | 06        |
| 1.3.1.1. Jachère.....                                                  | 06        |
| 1.3.1.2. Parcours.....                                                 | 07        |
| a. Parcours forestiers.....                                            | 07        |
| b. Parcours steppiques.....                                            | 07        |
| c. Parcours sahariens.....                                             | 08        |
| 1.3.2. Fourrages cultivés (artificiels).....                           | 08        |
| 1.4. Bilan fourrager.....                                              | 09        |
| 1.4.1. Situation du cheptel.....                                       | 09        |
| 1.4.2. Disponibilités fourragères aux animaux d'élevage.....           | 10        |
| 1.4.3. Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel.....     | 11        |
| <b>Chapitre 02 : Valeur alimentaire et facteur de variations</b> ..... | <b>14</b> |
| 2.1. Généralités.....                                                  | 14        |

|                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2. Notion de la valeur alimentaire.....                                                                     | 14        |
| 2.3. Méthodes d'évaluation de la composition chimique des fourrages.....                                      | 15        |
| 2.3.1. Valeur nutritive.....                                                                                  | 16        |
| 2.3.1.1. Valeur énergétique.....                                                                              | 16        |
| 2.3.1.2. Valeur protéique.....                                                                                | 17        |
| 2.3.1.3. Teneur en minéraux.....                                                                              | 17        |
| 2.3.2. Ingestibilité.....                                                                                     | 17        |
| 2.4. Digestibilité.....                                                                                       | 18        |
| 2.4.1. Évolution de la digestibilité.....                                                                     | 19        |
| 2.4.2. Méthode de mesure de la digestibilité.....                                                             | 19        |
| 2.5. Facteurs de variations de la valeur alimentaire.....                                                     | 20        |
| 2.5.1. Famille botanique et espèce.....                                                                       | 20        |
| 2.5.2. Age et stade de végétation.....                                                                        | 21        |
| 2.5.3. Conditions pédoclimatiques.....                                                                        | 21        |
| 2.5.3. La température.....                                                                                    | 21        |
| 2.5.4. La lumière .....                                                                                       | 22        |
| 2.5.6. Mode de stockage.....                                                                                  | 22        |
| 2.5.7. Facteurs antinutritionnels.....                                                                        | 23        |
| 2.5.8. Autres facteurs influençant la valeur alimentaire des fourrages.....                                   | 23        |
| <b>Chapitre 03 : Présentation de <i>Stipa tenacissima</i> et son intérêt dans l'alimentation animale.....</b> | <b>25</b> |
| 3.1. Présentation de <i>Stipa tenacissima</i> .....                                                           | 25        |
| 3.1.1. Généralités.....                                                                                       | 25        |
| 3.1.1. Répartition géographique.....                                                                          | 25        |
| 3.1.1.1. Aire mondiale.....                                                                                   | 25        |
| 3.1.1.2. Aire algérienne.....                                                                                 | 26        |
| 3.1.2. Taxonomie.....                                                                                         | 26        |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.3. Noms vernaculaires.....                                                   | 27 |
| 3.2. Description morphologique.....                                              | 27 |
| 3.3 Intégration de <i>Stipa tenacissima</i> dans l'alimentation des animaux..... | 27 |
| 3.4. Intérêt de l'espèce.....                                                    | 29 |
| 3.4.1. Intérêt économique.....                                                   | 29 |
| 3.4.2. Intérêt médicinale et pharmaceutique.....                                 | 29 |
| 3.4.3. Intérêt écologique.....                                                   | 30 |

## **Deuxième partie : Partie expérimentale**

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 01 : Matériels et méthodes.....</b>                       | <b>33</b> |
| 1. Objectif.....                                                      | 33        |
| 2. Matériel végétal.....                                              | 33        |
| 2.1. Présentation de la région d'étude.....                           | 34        |
| 3. Protocole expérimental.....                                        | 36        |
| 3.1. Technique d'analyse.....                                         | 36        |
| 3.1.1. Détermination de la matière sèche (MS).....                    | 37        |
| 3.1.2. Détermination des matières minérales (MM).....                 | 37        |
| 3.1.3. Détermination de la matière organique (MO).....                | 38        |
| 3.1.4. Détermination de la matière azotée totale (MAT).....           | 38        |
| 3.1.5. Détermination de la cellulose brute (CB).....                  | 40        |
| 3.1.6. Détermination des matières grasses.....                        | 41        |
| 3.2. Détermination de la valeur nutritive.....                        | 42        |
| 3.2.1. Estimation de la valeur énergétique.....                       | 43        |
| 3.2.2. Estimation de la valeur azotée.....                            | 44        |
| 3.2.3. Calcul de l'énergie digestible pour lapin (Kcal/kg de MS)..... | 44        |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4. Extraction des huiles essentielles.....              | 45        |
| 4. Analyses statistiques.....                             | 46        |
| <b>Chapitre 02 : Résultats et discussions.....</b>        | <b>48</b> |
| 1. Composition chimique de <i>Stipa tenacissima</i> ..... | 48        |
| 1.1. Teneur en matière sèche.....                         | 48        |
| 1.2. Teneur en matière minérale.....                      | 49        |
| 1.3. Teneur en matière organique.....                     | 50        |
| 1.4. Teneur matière azotées totales.....                  | 51        |
| 1.5. Teneur en cellulose brute.....                       | 52        |
| 1.6. Teneur en matière grasse.....                        | 53        |
| 2. Valeur nutritive de <i>Stipa tenacissima</i> .....     | 53        |
| 2.1. Valeurs énergétiques.....                            | 54        |
| 2.2. Valeurs azotées.....                                 | 54        |
| 2.3. Teneur en énergie digestible lapin.....              | 54        |
| 2.4. Rendement en huiles essentielles.....                | 55        |
| <b>Conclusion.....</b>                                    | <b>57</b> |

## **Références bibliographiques**