



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE  
ET POPULAIRE



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université SAAD DAHLEB-BLIDA 1  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Biotechnologies

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master  
Spécialité : Production et Nutrition Animale.

**THEME**

**Valeur alimentaire des fourrages de prairie**

**Réaliser par :**

AMRANE Karima

KHETTOU Ouafaa

**Devant le jury :**

Mr BENCHERCHALI M                      MCA                      USDB1                      **Président de jury**

Mme CHEKIKENE A.H                      MAA                      USDB 1                      **Promotrice**

Mme BOUBEKEUR S                      MCB                      USDB 1                      **Examinatrice**

Année universitaire

2019 - 2020



## Remerciements

Avant tout, nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour mener à bien et à terme de ce travail.

Nous tenons à présenter tout d'abord notre profonde gratitude :

À **Mme CHEKIKENE. A** pour avoir accepté de diriger ce travail, pour nous avoir soutenue et orientée tout au long de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également à **Mr BENCHERCHALI.M** pour

L'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury et d'évaluer notre travail.

On tient à exprimer nos sincères gratitudees à **Mme BOUBEKEUR. S** d'être intéressés à ce sujet et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenant à remercier l'ensemble de nos enseignants non seulement au titre de ce mémoire, mais aussi au titre des années de formation au sein de département d'agronomie.

On souhaite adresser à tous ceux et celles qui ont d'un apport petit ou grand, près ou loin à la réalisation de ce modeste travail, on leur exprime nos remerciements les plus sincères.

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mon cher père **Mohamed** qui n'a pas épargné aucun effort pour me rendre heureuse*

*À mon précieux offre du dieu ma mère **Djamila**, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui*

*À mes frères **Sid-Ali** et **Mahdi** et mes petites soeurs **Tasnim** et **Kawthar***

*À mon grand-père et mes grandes mères que dieu leur donne une longue vie*

*À mes oncles **Abdellah** et **Samir***

*À mes cousins **Yahia** et **Sirine***

*À mes Tantes **Hanane**, **Razika**, **Chahinez**, **Houria**, **Safia**, **Fella** et toute la famille **Azeb***

*À mes chères tantes **Naima** et **Fatiha***

*À **El Hadja Nacira** et toute l'équipe de pharmacie Menacer : " **Zoulikha**, **Amina**, **Sabrina**, **Fathia**, **Zoula**, **Amo Djamel**, **Amo Zoubir**, **Raouf**, **Hichem** et **El Bahi** " pour leurs supports*

*À ma chère binôme et sœur **Karima** pour son entente et sa sympathie*

*À mes chères amies **Mina**, **Maissem** et **Asma***

***Ouafaa Khetto***

## **Dédicace**

*Je remercie dieu tous puisant de m'avoir donnée la force, la capacité et la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.*

*Avec les sentiments de la plus profonde humilité, je dédie ce travail:*

*À ma bien aimée **très chère mère**, symbole de l'amour et d'affection, celle qui m'a toujours encouragé.*

*À mon **très cher père** qui est à l'origine de ce qui je suis.*

*À mes beaux-parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimités, leur encouragement et leur amour et qui tous ce que a de la valeur dans ce monde ne peut vouloir d'infiniment petit de leurs sacrifices.*

*À mes chers frères : **Omar, Billel et Mohamed***

*À mes chères soeurs : **Fatima et Foziya***

*À mes adorables soeurs : **Habiba et Roumaissa***

*À mes neveux : **Mohamed, Sid-Ali, Khir-Eddine, Abdellah, Oussama, Rayane, Iyad et Abd-Errahim***

*À mes nièces : **Ichrak, Imen, Aïcha, Hiba, Nour El Yakïn, Ghofrane et la petite Takoua***

*À mon grand-père **Ben Aïssa** que dieu le garde pour nous et à toute ma grande famille*

*À ma très chère binôme et soeur **Ouafaa***

*À ma chère tante **Djamila** pour son support*

*À mes très chères amies qui m'ont soutenu avec leurs grands coeurs : **Mina, Maissem et Asma***

*À mon ami **Boubki***

*À tous mes collègues de la promotion de Master 2019-2020*

*À tous ce que j'aime*

*Je dédie ce travail.*

**Karima Amrane**

## **Résumé :**

Ce travail est basé sur l'analyse et la synthèse de travaux scientifiques ayant pour objectif commun, l'estimation de la valeur alimentaire des fourrages spontanées.

L'analyse de ces articles a révélé à partir de la composition chimique et la valeur énergétique et protéique des fourrages que ; les plantes steppiques présentent des valeurs nutritives intéressantes, les plantes de la couche herbacées et les glands de chêne-liège de la couche arbustive sont les éléments les plus énergétiques. Les apports de certaines espèces sont au même niveau voire meilleurs que certaines ressources fourragères cultivées.

**Mots clés :** valeur alimentaire, fourrage, pâturage, prairie, alimentation des ruminants.

**Abstract: Feed value of grassland forages.**

This work is based on the analysis and synthesis of scientific work with the common objective of estimating the feed value of volunteer forages.

Analysis of these articles revealed from the chemical composition and the energy and protein value of the forages that; steppe plants present interesting nutritional values, plants of the herbaceous layer and cork oak acorns of the shrub layer are the most energetic elements. The contributions of certain species are at the same level or even better than certain cultivated fodder resources.

**Key words:** feed value, forage, pasture, meadow, ruminant feed.

## **ملخص: القيمة الغذائية لأعلاف المراعي.**

يعتمد هذا العمل على تحليل وتوليف العمل العلمي بهدف مشترك لتقدير قيمة العلف للأعلاف المتطوعين.

كشفت تحليل هذه المواد من التركيب الكيميائي وقيمة الطاقة والبروتين للأعلاف التي؛ تقدم نباتات السهوب قيمة غذائية مثيرة للاهتمام، وتعتبر نباتات الطبقة العشبية وجوز البلوط الفلين لطبقة الشجيرة من العناصر الأكثر نشاطاً. مساهمات بعض الأنواع على نفس المستوى أوحى أفضل من بعض موارد الأعلاف المزروعة.

**الكلمات المفتاحية:** قيمة العلف، العلف، الرعي، المروج، علف الحيوانات المجترة.

## Sommaire

Introduction .....	1
--------------------	---

### **Partie bibliographique**

<b>Chapitre 1</b> : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants .....	2
---	---

### **Partie expérimental**

<b>Chapitre 2</b> : Matériels et méthodes .....	31
<b>Chapitre 3</b> : Résultats et discussions .....	39
Conclusion.....	41

Références bibliographiques.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Valeur nutritive des concentrés.....	7
<b>Tableau 2 :</b> Teneur des principaux types de fourrages verts en phosphore (P) et en calcium (Ca) en g/kg de MS (Alimentation du bovin, ovin et caprin).....	16
<b>Tableau 3 :</b> Variation de la teneur en matières azotées, en cellulose brute et en parois celluloses (hémicelluloses + cellulose vraie + lignine) des feuilles et des tiges de luzerne et des limbes + graines de graminées.....	20
<b>Tableau 4 :</b> Les avantages et les inconvénients de différent mode de pâturage.....	26
<b>Tableau 5 :</b> Présentation de la nature des données.....	34
<b>Tableau 6 :</b> Zones d'études et espèces étudiées.....	35
<b>Tableau 7 :</b> Quelques études réalisés sur la valeur alimentaire .....	36
<b>Tableau 8 :</b> Illustration des résultats rapportés par les articles consultés .....	39

## Liste des figures

- Figure 1 :** Composition d'un fourrage .....3
- Figure 2 :** Les caractéristiques de l'animal et de la ration et leurs relations..... 9
- Figure 3 :** Schéma simplifié de la digestion des glucides, des lipides et des matières azotées chez le ruminant..... 11
- Figure 4 :** Évolution de la valeur énergétique et azotée en fonction de stade de développement de la plante.....13
- Figure 5 :** Relation entre la quantité d'herbe ingérée et la disponibilité de cette herbe ..... 27
- Figure 6 :** La localisation de la région de Bouarfa..... 31
- Figure 7 :** Les principales espèces consommées par les chèvres aux pâturages... 33

## Liste des abréviations

**AG** : Acide Gras.

**Ca** : Calcium.

**CB** : Cellulose Brute.

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

**EN** : Énergie Nette.

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique.

**MAT** : Matière Azotée Totale ou matières protéiques.

**MM** : Matière Minérale.

**MO** : Matière Organique.

**MS** : Matière Sèche.

**P** : Phosphore.

**PDI** : Protéine Digestible dans l'Intestin.

**PDIA** : Protéines Digestibles dans l'intestin d'origine Alimentaire.

**PDIE** : Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Energie disponible.

**PDIM** : Protéines Digestible dans l'Intestin d'origine Microbienne.

**PDIME** : Protéines Digestibles dans l'intestin d'origine microbienne limitée par l'énergie fermentescible.

**PDIMN** : Protéines Digestibles dans l'Intestin d'origine microbienne limitée par l'azote dégradable.

**PDIN** : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêles limitées par l'Azote.

**UF** : Unité Fourragère.

**UFL** : Unité Fourragère lait.

**UFV** : Unité Fourragère viande.

**UI** : Unité Internationale.

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

En Algérie, les cultures fourragères occupent une place marginale au niveau des productions végétales. Outre la faible superficie réservée à ces cultures, la diversité des espèces est très limitée et les cultures de la vesce-avoine, de l'orge et de l'avoine, destinées à la production du foin, constituent les principales cultures.

Actuellement, les fourrages cultivés sont largement dominés par des associations, celles-ci posent des problèmes : d'importation de semence, de synchronisation de cycle des variétés des espèces cultivés et particulièrement de récolte et de qualité des foins.

Chaque année l'Algérie enregistre un déficit alimentaire chez le cheptel animal, où la couverture des besoins alimentaires des troupeaux reste insuffisante (**Bencherchali et Houmani, 2017**).

Face à ce déficit fourrager, il serait judicieux de s'intéresser aux ressources végétales spontanées, afin d'optimiser les élevages en réduisant les coûts de production. Dans ce cas, les parcours de montagnes peuvent jouer un rôle très important dans la diversification des ressources fourragères. Ainsi la connaissance des espèces à intérêt fourrager et pastoral devrait être une préoccupation essentielle de tous les acteurs de cette filière.

C'est pour cette raison, que nous nous sommes intéressé à déterminer la valeur alimentaire des fourrages disponibles aux petits ruminants en pâturage de montagne dans la région de Blida.

Notre étude s'inscrit dans le cadre de la connaissance de valeurs alimentaires de fourrages naturels. Pour ce faire nous avons réalisé une synthèse des travaux algériens ayant étudié une végétation spontanées de différentes zones agro-écologique.

**CHAPITRE 1**  
**SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUES**  
**SUR L'ALIMENTATION DES**  
**RUMINANTS**

### **1.1 Notion générale sur l'alimentation des ruminants**

Dans la conduite et la réussite d'un système de production de ruminants, l'alimentation du troupeau reste un domaine très important qui continue de poser de nombreuses questions à la fois pratiques et théoriques.

L'alimentation est considérée comme le moyen le plus efficace pour l'amélioration des performances zootechniques (**Yaakoub, 2006**).

L'alimentation a pour but d'apporter aux animaux les éléments nutritifs dont ils ont besoin pour compenser les dépenses. Une bonne alimentation est la clé d'un élevage (**Dahmani et Chebabha, 2015**).

#### **1.1.1 Définition d'un aliment**

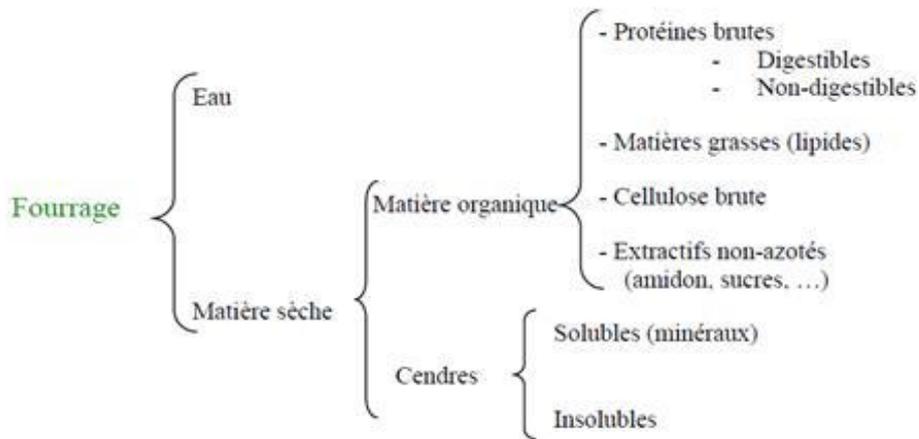
C'est une substance complexe dont l'ingestion chez les animaux permet la couverture des besoins nutritionnels pour l'entretien et les différentes productions. La nature et la composition des aliments ont une grande influence sur la qualité des produits élaborés et sur la santé animale (**Mathieu, 1998**).

Selon **Jarrige (1980)**, Les besoins nutritifs des animaux sont couverts par deux catégories de produits appartenant :

- Aux aliments grossiers, tels que les fourrages.
- Aux concentrés dont les céréales et les sous-produits.

- **Composition de fourrage**

D'un point de vue chimique, un fourrage est constitué de deux composantes, l'eau et la matière sèche. A titre d'exemple, un ensilage de maïs contient en moyenne 35% de matière sèche tandis que le foin en contient 85 % (figure 1) (**Hadjigeorgio et al., 2003 ; Biston et Dardenne, 1985**).



**Figure 1** : Composition d'un fourrage (Biston et Dardenne., 1985).

### 1.1.2 Les fourrages

Les fourrages représentent la principale source d'alimentation des ruminants, ce sont des aliments constitués par l'ensemble des parties aériennes des plantes fourragères provenant des prairies permanentes et temporaires, des cultures fourragères annuelles et des cultures céréalières (plantes entières), on distingue cinq classes (yaakoub, 2006) :

Les fourrages peuvent être soit :

- Consommés sur les pâturages naturels et sur les pâturages cultivés ou cultures fourragères
- Fauché et distribués en vert, dans des auges ou des râteliers ;
- Conservés pour être consommés ultérieurement ;
- En vert sous forme d'ensilage ;
- En sec sous forme de foin ou de fourrages déshydratés.

Les fourrages peuvent être spontanés ou cultivés, ils sont représentés à travers le monde par trois grandes familles qui sont : les légumineuses, les graminées et les crucifères auxquelles s'ajoutent les pâturages arbustifs (Rivière, 1978).

#### 1.1.2.1 Les fourrages verts

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants**

---

Selon **Jarrige (1980)**, Les fourrages constituent la ration de base des ruminants, qui est constitué par lesgraminées, leslégumineuses et les crucifères: Sorgho, avoine et seigle ainsi que la luzerne, la vesce et le trèfle constituent les fourrages classiques.

Leur qualité vraie en fonction de :

- L'âge de la plante, notamment au cours de premier cycle de végétation(**Demarquilly, 1973**).
- Les conditions climatiques, dans lesquelles il a évolué et a été conservé. (**Minson, 1970 ; Mcleod, 1970**).

### **A. L'herbe des pâturages**

C'est un élément de haute valeur nutritive qui peut satisfaire la totalité des besoins des animaux en productions, si elle est correctement exploitée, consommée à volonté (**Rivière, 1991**).

Elle permet à elle seule une production journalière de 20 à 22 Kg de lait au printemps (**Gadoud, 1992**).

Les fourrages verts présentent 15 à 35% des matières azotées totales et 0.60 à 1.05 UFL (**Soltner, 1999**).

La composition minérale varie en fonction du stade de végétation (**Xandé, 1985 ; Garcia-Trujillo, 1985 ; INRA, 1998**).

Le chlorure de sodium représente 50 à 100 mg/Kg de MS fourrages verts, il peut également être fourni par le salage des foin ou sous forme de blocs à lécher (**Soltner, 1988**).

La teneur en magnésium est plus élevés dans les légumineuses par rapport aux graminées, mais ces teneurs sont variables et dépendent de nombreux facteurs dont la nature du sol. L'herbe des pâturages naturels, exception faite des plantes en début de croissance, n'en contient pas suffisamment (1.5 à 3 g/Kg de MS) pour couvrir les besoins des ruminants (**Gadoud, 1992**).

Le potassium est toujours en excès dans les fourrages, surtout si le sol a reçu de fortes fumures potassiques (**Rivière, 1991**).

Cependant, les graminées sont pauvres en soufre (0.5 à 1.8g/Kg de MS), par contre les légumineuses en sont plus riche (3 à 4g/Kg de MS) (**Gadoud, 1992**).

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants**

---

Un taux de 94% des fourrages des prairies naturelles «1<sup>er</sup>coupe», renferment moins de 7mg/Kg de cuivre de la matière sèche (**Bellongeretal., 1973**).

Des teneurs de sélénium inférieurs à 0.1mg/Kg de matière sèche (**Lamand, 1987**).

En général, l'herbe de printemps est pauvre en magnésium, en sodium, en calcium et très riche en potassium (**Beguïn et al., 2001**).

La vitamine A se présente dans les fourrages verts à raison de 450 UI (**Jarrige, 1988**).

### **1.1.2.2 Les fourrages secs**

Il existe différents types de fourrages, en l'occurrence :

#### **A.Les fourrages déshydratés**

Selon**Jarrige(1988)**, la luzerne est la plus fréquemment utilisée, séchée correctement, sa déshydratation entraîne très peu ou pas de modification de la composition chimique donc une faible perte en UF, en MAT et en PDI (**Soltner, 1999**).

Les fourrages déshydratés ont des teneurs assez élevées en carotène 100 à 200 mg/Kg (**Gadoud, 1992**).

La luzerne déshydraté est caractérisé par une haute valeur azoté et une excellente source de calcium et de phosphore (**Demarquilly, 1993 ; Peyraud et al., 1994**).

Selon **Peyraud et al.,(1994)**, elle constitue un aliment complémentaire et permet une augmentation de la production laitière.

Toutefois, **Thenard et al.,(2001)**, rapportent que son utilisation se traduit par une augmentation de l'ingestion et augmentation de la production laitière, cependant, elle nécessite un certain nombre de précautions car elle a été considérée comme un complément énergétique et azoté (**Rivière, 1991**).

#### **B.Les foin**

Les foin ont des valeurs variables en UFL, ces derniers varient en fonction du stade et des conditions de récolte, ils fournissent un fourrage grossier de haute qualité s'il est récolte tôt «moins de 10% en fleurs» et entreposé correctement (**Weeler, 1998**).

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants**

---

La fenaison entraîne une diminution assez importante de la valeur énergétique et surtout très variable, de l'ordre de 0.05 à plus de 0.30 UFL/Kg de MS ; accentuée chez les légumineuses de par la fragilité de leurs feuilles (**Jarrige, 1988**).

La teneur en minéraux des foins des graminées est même ordre que celle du fourrage vert correspondant alors que celles des légumineuses est inférieur (**Jarrige, 1980**).

Généralement, les foins sont presque toujours pauvres en zinc et en cuivre (**Rivière, 1980**).

Selon **Soltner (1999)**, les foins sont riches en vitamines lorsqu'ils sont séchés à l'abri du soleil donc lorsque leur couleur est encore verte.

Selon **Jarrige(1980)**, cette teneur est directement proportionnelle au degré de séchage et sa perte devient totale après 4 à 6 mois de stockage en grange séchés au soleil, ils sont pourvus en vitamines D (**Rivière, 1991**).

### **C. Les pailles**

D'après **Demarquilly(1987)**, les pailles sont constituées par les tiges et les gaines des plantes de céréales à la maturité, c'est-à-dire par les organes les plus riches en parois lignifiés qui représentent environ 80% de MS, elles sont constituées par :

- Les matières azotées en raison de 25 à 50g/Kg de matière sèche.
- Les glucides solubles en raison de 3 à 13g/Kg de matière sèche.
- Les minéraux à l'exception du potassium.

La paille est très utilisée en tant qu'aliment pour les animaux en France. (**Demarquilly et al., 1987 ; Chenost, 1994**).En Tunisie (**Abdoui et al., 1988 ;Nefzaoui et Chermiti, 1991**). En Algérie (**Houmani et Tisserand, 1999**).

#### **1.1.2.3 L'ensilage**

L'ensilage est un processus de fermentation visant à conserver les fourrages verts à l'état frais ou pré fané avec toutes leurs qualités nutritives sans que leur ingestion puisse avoir une influence fâcheuse sur la production et la santé des animaux (**Vanbelle, 1996**).

Sa valeur alimentaire dépend en premier lieu à celle du fourrage vert de départ puis du mode d'ensilage (**Vanbelle, 1996**).

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants

Selon **Demarquilly(1973)**, les modifications de la composition chimique entraînées par l'ensilage sont très faibles.

Lorsque l'ensilage est effectué au moyen d'un fourrage vert, elles deviennent importantes, autour de 7 à 70 de la MS, 20% des MA solubles, 20 à 25% de matière minérales par perte du jus qui s'écoule du silo (**Rivière, 1991**).

### 1.1.2.4 L'enrubannage des fourrages

C'est un procédé, selon lequel les balles de fourrages plus ou moins séchées sont emballées dans un film plastique suffisamment étanche pour en faire un mini silo, le produit obtenu est intermédiaire entre le frais et l'ensilage (**Trillaud-geyl, 1999**).

### 1.1.3 Les concentrés

Les aliments concentrés se distinguent des fourrages par leur concentration élevée en amidon et une faible teneur en constituants fibreux, ils sont broyés et conditionnés sous formes de granules pour faciliter leur manipulation, leur transport et aussi leur ingestion, en particulier, les concentrés les plus utilisés dans l'alimentation des ruminants sont les grains et les tourteaux (**Ouarfli, 2007**).

C'est un complément de la ration alimentaire il peut être sous forme de grains, de tourteaux, d'un mélange de sous-produits agricoles ou agro-industriels.

#### 1.1.3.1 Les grains

Le maïs est le moins coûteux mais aussi le plus énergétique, suivi de l'orge puis de l'avoine (**Weeler, 1998**) (tableau 1).

Cependant, les travaux d'INRA (1978), indiquent que le blé est plus énergétique, le grain de blé peut être servi avantageusement chez des troupeaux laitiers à hautes performances.

**Tableau 1** : Valeur nutritive des concentrés.

Céréales	Valeur alimentaire ( %dans kg de ms)				
	UFL	MAT	MM	Ca	P
Mais	1.27	106%	16%	0.3%	3.5%
Orge	1.16	117%	26%	0.7%	4.5%
	1	121%	30%	/	3.8%

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants

---

Avoine					
--------	--	--	--	--	--

Source : (INRA, 1988)

Selon **Jarrige (1980)**, d'une façon générale, les graines de céréales sont pauvres en matière azoté (10 à 15% de la MS), par contre, ils présentent une valeur énergétique élevée (0.90 à 1.30 UFL/Kg de MS) en raison de leur richesse en amidon (40 à 75%) qui est transformé en produits acides (**Gadoud, 1992**).

Cependant, l'augmentation de l'acidité dans le rumen nuit à la digestion de la fibre et cette situation peut engendrer chez l'animal un refus des aliments et par conséquent, une diminution de la production laitière (**Weeler, 1998**).

D'après **Jarrige(1980)**, contrairement à celle des fourrages, la composition minérale des graines est relativement constante, la teneur en magnésium est de l'ordre de 4 à 7g/Kg de MS celle de potassium est faible de 4 à 7g/Kg de MS (**Soltner, 1988**).

La teneur en vitamine E est faible, recommande une supplémentation de 10 à 15mg/Kg d'aliment concentré. (**Jarrige, 1980**)

### 1.1.3.2 Les tourteaux

Les tourteaux sont des résidus résultant du traitement des graines ou des fruits oléagineux, ils sont considérés, essentiellement, comme aliments protéiques, outre l'apport azoté, ils fournissent également de l'énergie. Leur teneur en phosphore est satisfaisante mais déficients en calcium, à l'exception de la vitamine du groupe B, ils sont pauvres en vitamines. Ils trouvent un très large emploi dans la fabrication d'aliments concentrés pour tous les animaux (**Rivière, 1991**).

### 1.1.4 Le rationnement

Rationner un animal consiste à couvrir ses besoins nutritifs par l'ajustement d'apports alimentaires suffisants, équilibrés, adaptés à ses facultés digestives et les plus économiques possibles. (**Wolter, 1992**).

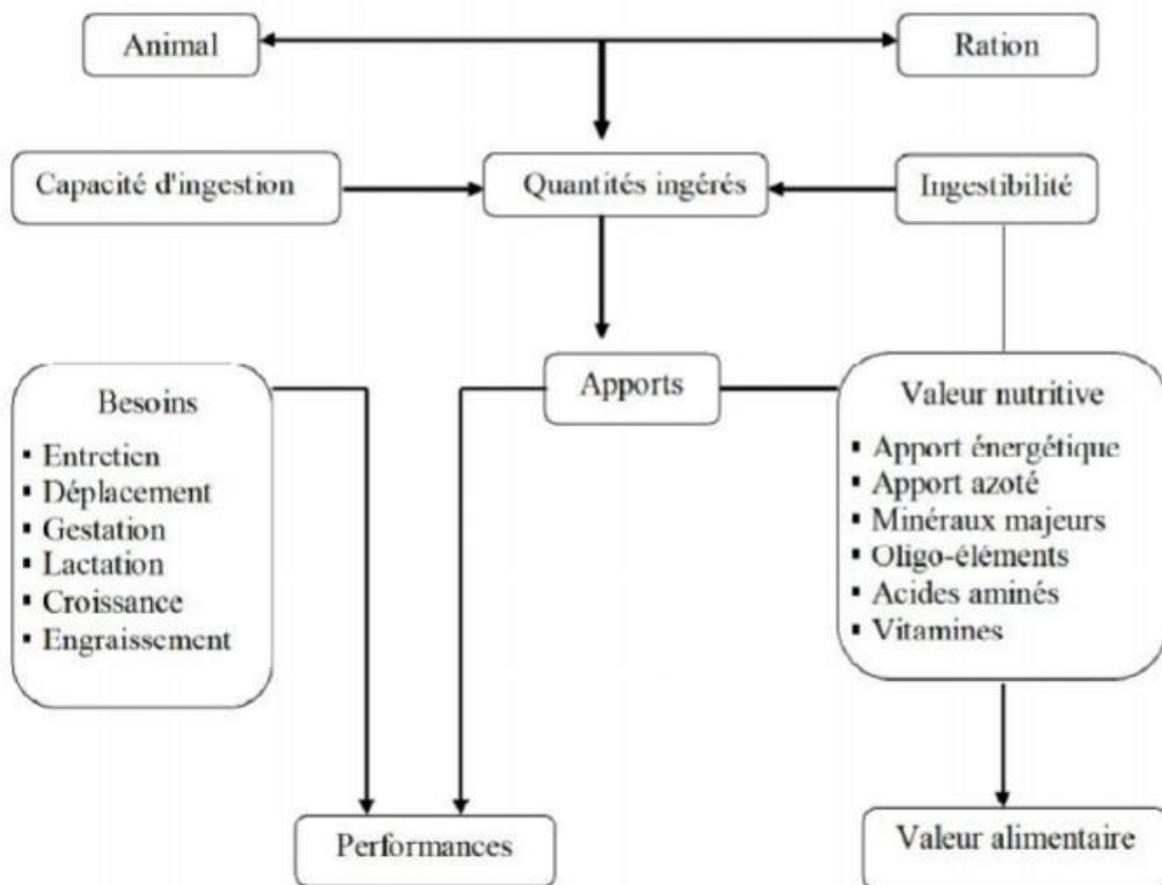
Composer une ration consiste d'abord à réaliser la meilleure adéquation possible entre les apports et les besoins, ce qui revient à déterminer la concentration optimum en énergie, azote, et minéraux. (**INRA, 1984**)

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants

En pratique, les fourrages sont souvent distribués à volonté et le rationnement consiste à calculer la quantité et la composition des aliments concentrés. Il faut pour cela, tenir compte non seulement des besoins des animaux et leur capacité d'ingestion mais aussi des interactions entre les concentrés et les fourrages qui modifient l'ingestion volontaire de fourrage et l'efficacité d'utilisation de l'énergie, avec des répercussions en chaîne sur la complémentation en concentrés.

Une ration doit aussi être composée au meilleur coût en tenant compte des rapports de prix entre aliments et produits animaux (INRA, 1984).

Selon Meyer et Denis (1999), les apports alimentaires sont à quantifier en fonction des objectifs de production (figure 2).



**Figure 2** : Les caractéristiques de l'animal et de la ration et leurs relations (Meyer et Denis, 1999).

### 1.1.5 La digestion des aliments

Les quantités d'aliments ingérés sont limitées par l'encombrement créé au niveau du rumen et par la capacité d'ingestion de l'animal. On traduit donc généralement la qualité de la ration en termes de valeur énergétique, de valeur protéique et d'ingestibilité et l'on met ensuite cette valeur en relation avec les besoins en énergie et en protéines de l'animal ainsi qu'avec sa capacité d'ingestion (**Guérin et al., 2002**).

Toutes les plantes fourragères ont une valeur alimentaire et une digestibilité bien meilleure quand elles sont jeunes, le stade de récolte sera donc toujours un compromis entre la valeur fourragère et le niveau de la production (**Sprumont, 2009**).

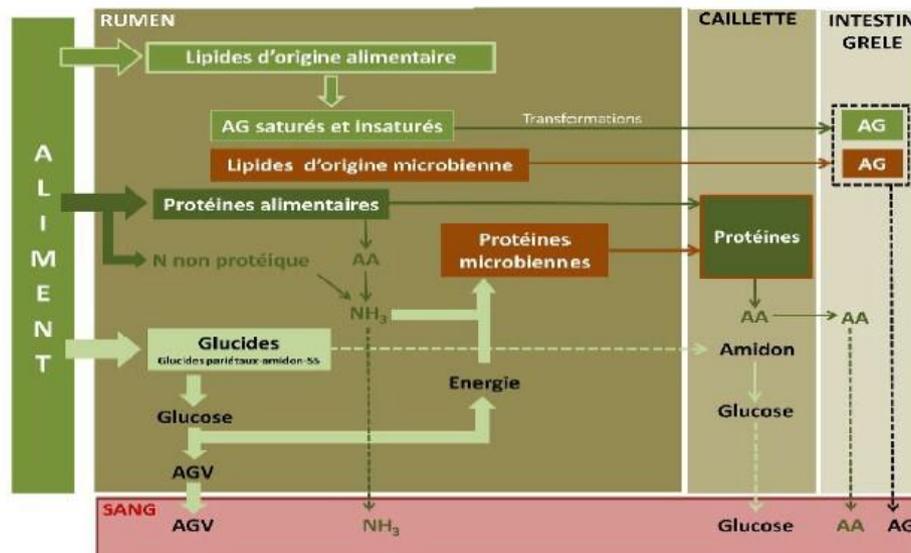
Le fourrage de haute qualité offre beaucoup plus de flexibilité en termes de formulation des rations (**Beauchemin et Rode, 2012**).

Pour couvrir ses besoins quotidiens, le ruminant doit disposer d'un aliment qui lui apporte des quantités suffisantes d'énergie et de matières azotées (**Guérinet al., 2002**).

D'après **Jarrige (1988)**, le système digestif des ruminants, hormis la bouche, est composé de trois compartiments en amont de l'estomac fonctionnel (caillette), qui sont le rumen, le réseau (réticulum) et le feuillet (omasum).

Ces différents dispositifs anatomiques ralentissent le passage des particules alimentaires au travers du tractus digestif et augmentent ainsi leur temps de séjour (**Reilling et al., 1995**).

Elles y subissent une dégradation mécanique (mastication, contractions digestives) et une dégradation chimique (enzymes microbiennes du rumen) (figure 3).



AA : acide aminé ; AG : acides gras ; AGV : acide gras volatil ; N non protéique : azote non protéique ; SS : sucres solubles

**Figure 3** : Schéma simplifié de la digestion des glucides, des lipides et des matières azotées chez le ruminant (Cuvelier et Dufrasne, 2014).

### 1.2 Valeur alimentaire

Le concept de la valeur alimentaire recouvre deux notions complémentaires ; la valeur nutritive de l'aliment et son ingestibilité. La première notion définit la concentration en éléments nutritifs (énergie, azote, minéraux, vitamines) digestible par l'animal (Jarrige, 1988).

Elle est aussi définie par Clément (1981), comme étant la capacité d'un aliment ou d'une ration à couvrir les besoins nutritionnels d'un animal.

La seconde est définie comme étant la quantité volontairement ingérée par l'animal (Demarquilly et weiss, 1970).

#### 1.2.1 La valeur nutritive

Elle exprime le potentiel d'apport en éléments nutritifs d'un aliment à un animal donné. La notion de valeur alimentaire est en particulier utilisée pour exprimer le potentiel d'apport en énergie des aliments, car elle est le facteur le plus limitant dans les apports alimentaires chez

le ruminant. Le potentiel d'apport est le produit de la valeur nutritive par unité de masse et des quantités ingérées (**Huyghe et Delaby, 2013**).

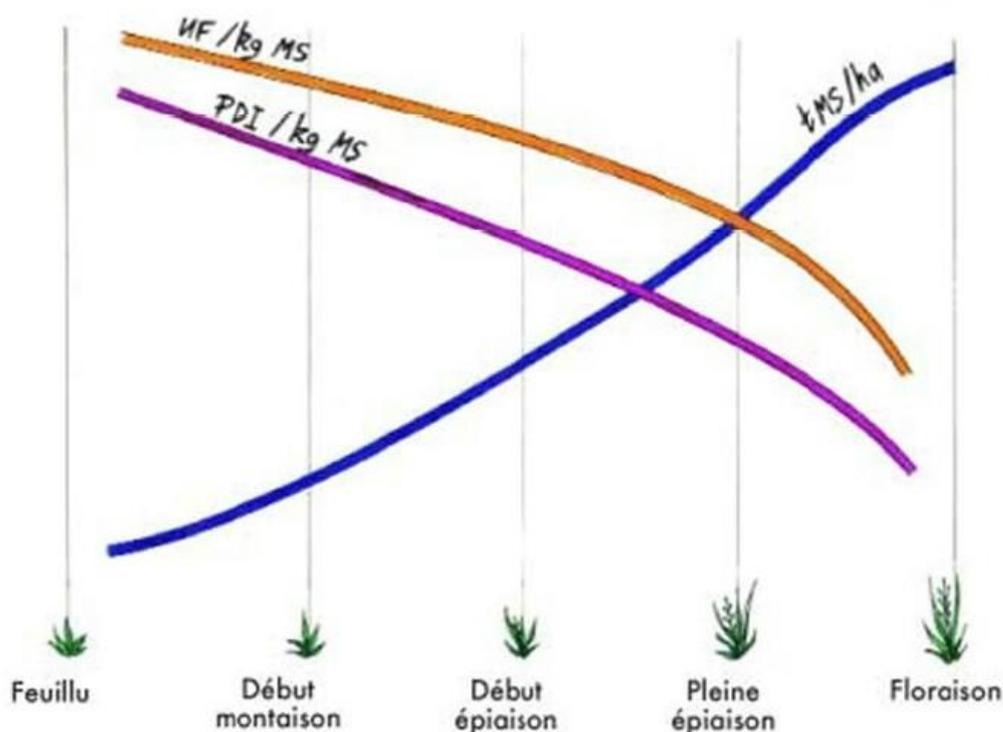
Cette valeur nutritive se compose de trois éléments essentiels : la valeur énergétique (UFL, UFV), la valeur azotée (PDI) et la valeur minérale.

### **1.2.1.1 La valeur énergétique**

La valeur énergétique d'un fourrage correspond à la quantité d'énergie nette (EN) d'un kilo d'aliment considéré qui contribue à couvrir les dépenses d'entretien et de production des animaux. Cette valeur énergétique est exprimée en unité fourragère (mesure rapportée à celle d'un kg d'orge moyenne à 87% de matière sèche). On distingue la valeur en UFL (Unité Fourragère Lait) pour la production laitière et en Unité fourragère Viande (UFV) pour la production viande (**Vermorel et al., 1987**).

La teneur en fibres et le stade de végétation sont les principaux facteurs de diminution de la valeur énergétique d'un fourrage, il faut donc consommer le fourrage avant l'apparition de l'épi (montaison et épiaison) ou des fleurs (floraison).

En effet, lors de l'épiaison ou floraison, la plante va mobiliser de l'énergie pour assurer sa reproduction ce qui va diminuer la valeur énergétique du fourrage (**Mostefai, 2015**) (figure4).



**Figure 4 :** Evolution de la valeur énergétique et azotée en fonction de stade de développement de la plante (Mostefai, 2017).

La valeur énergétique d'un fourrage est directement liée à la digestibilité de la matière organique. A stades de développement comparables, les légumineuses sont moins riches en parois végétales que les graminées, mais la digestibilité de leurs parois végétales est plus faible. Par conséquent, leur digestibilité de la matière organique est proche. En définitive, quel que soit le type de fourrage (graminée ou légumineux), lorsque la teneur en parois indigestibles augmente, la valeur énergétique diminue de même que la digestibilité de la matière organique (Baumont *et al.*, 2007)

La diminution de la matière organique s'accélère avec l'âge ou le stade de végétation de la plante. La diminution de digestibilité s'accélère pour les graminées à partir de la montaison. Elle est plus linéaire pour les légumineuses (Baumont *et al.*, 2008).

La digestibilité de la matière organique (dMO) représente le principal facteur de variation de la valeur énergétique d'un fourrage, elle dépend essentiellement de la teneur et de la

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants**

---

digestibilité des parois cellulaires (**Demarquilly et Andrieu, 1992 ; Andrieu et al., 1981 ; Vermorel et al., 1987**).

Deux approches complémentaires sont utilisées pour déterminer la digestibilité des plantes fourragères.

- L'une repose sur une mesure directe, avec l'utilisation de « moutons castres standards » (digestibilité in vivo) qui en fait l'outil de référence zootechnique.
- L'autre repose sur des mesures indirectes, dont il existe deux grands groupes de méthodes (**Demarquilly et al., 1981**) :
  - Celles basées sur les caractéristiques botaniques du fourrage, stade de végétation au 1<sup>er</sup> cycles et âge des repousses (**Andrieu et al., 1981**). Selon **Demarquilly et Jarrige (1981)**, la composition morphologique et l'âge sont les deux caractéristiques principales qui déterminent la digestibilité de la plante sur pied et permettent donc de la prévoir.
  - Celles basées sur les techniques de laboratoire : les méthodes chimiques (teneur en cellulose brute et en matières azotées totales). Les méthodes microbiologiques (jus de rumen ou sachets nylons suspendus dans le rumen) et les méthodes enzymatiques (utilisation d'enzymes cellulosiques « cellulases ») (**Aufrère, 1982**).

### **1.2.1.2 La valeur azotée**

L'alimentation azotée repose sur la fourniture à l'organisme de protéines digestibles dans l'intestin (ou PDI), c'est-à-dire la quantité d'acides aminés absorbée dans l'intestin grêle.

Ces PDI correspondent à la somme des protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (PDIA), provenant des protéines non dégradées dans le rumen, et d'origine microbienne (PDIM), synthétisées dans le rumen.

Ces PDIM peuvent prendre deux valeurs suivant la disponibilité dans le rumen des deux principaux facteurs de la synthèse des protéines microbiennes (**Vérité et al., 1987**) :

- **l'azote dégradé (ammoniac disponible)** : la valeur azotée de la ration est alors exprimée en **PDIN = PDIA + PDIMN**.
- **l'énergie disponible** : la valeur azotée de la ration est alors exprimée en **PDIE = PDIA + PDIME**.

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants

---

La valeur azotée des plantes fourragères dépend de la teneur en matières azotées totales qui affecte surtout la valeur PDIN, de la digestibilité qui affecte directement la valeur PDIE et de la dégradabilité dans le rumen des matières azotées qui affecte la valeur PDIA. Ainsi, la valeur azotée diminue avec l'âge de la plante au fur et à mesure que la teneur en matières azotées et que la digestibilité diminuent. Cette diminution est généralement plus lente pour les légumineuses que pour les graminées (Nozières et al., 2007).

Donc, plus un fourrage est riche en feuilles, plus il est riche en protéines, et plus un fourrage est riche en tige, plus il est pauvre en protéines.

### 1.2.1.3 La valeur minérale

Les valeurs minérales des fourrages sont la résultante de lectures directes de dosages spécifiques. Les éléments minéraux se répartissent en deux catégories selon l'ordre de grandeur de leur concentration dans l'organisme (Paragon, 1995) :

- Ceux dits **majeurs ou macroéléments** : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium, le chlore, le soufre. Leurs unité de mesure est le gramme (g). Ils représentent 99% des éléments minéraux de l'organisme.
- Ceux dits **mineurs ou traces ou oligo-éléments**, dont les principaux sont : le cuivre, le fer, le manganèse, le zinc, le cobalt... Ils sont présent en quantité très faibles dans l'organisme. L'unité de mesure est le milligramme (mg) ou ppm (partie par million).

Selon Gueguen et al., (1988), les aliments des ruminants ne permettent pas, en général, de couvrir l'ensemble des besoins minéraux de ces animaux pour le calcium et le phosphore. Ainsi, les apports au pâturage sont insuffisants pour le sodium et les oligoéléments ; ils peuvent l'être pour le phosphore (périodes sèches), le calcium (pâtures des graminées pures) et le magnésium (herbe jeune), surtout pour les femelles laitières en production.

Les graminées et les légumineuses ont des teneurs voisines pour le phosphore mais assez distinctes pour le calcium. En particulier, les luzernes ont plus forte teneur en calcium (Vignau-Loustauet Huyghe, 2008) (tableau 2).

**Tableau 2** : Teneur des principaux types de fourrages verts en phosphore (P) et en calcium (Ca) en g/kg de MS (Alimentation du bovin, ovin et caprin)

	P	Ca
--	---	----

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants

	Total	Absorbable	Total	Absorbable
Prairies permanentes				
Plaine 1er cycle				
Stade pâturage	4,0	2,8	6,0	2,1
Stade début épiaison	3,8	2,7	5,6	2,0
Prairies permanentes				
Demi-montagne 1 <sup>er</sup> cycle				
Stade pâturage	2,7	1,9	5,1	1,8
Stade début épiaison	2,4	1,7	4,8	1,7
RGI non alternatif 1 <sup>er</sup> cycle				
Stade feuillu	3,4	2,0	4,8	1,9
Stade début épiaison	2,7	1,6	4,3	1,7
Luzerne 1er cycle				
Stade bourgeonnement	2,7	1,9	16,1	4,8
Stade floraison	2,7	1,9	16,1	4,8

Source : (INRA, 2007).

### 1.2.2 La valeur nutritive de l'association graminées-légumineuses lors du pâturage

Les légumineuses présentent beaucoup d'intérêts agronomiques et zootechniques liés à la fixation symbiotique de l'azote pour leur nutrition et à leur teneur élevée en matières azotées. L'influence des légumineuses sur l'association se manifeste principalement par (Giovanni, 1988 ; Baumont et al., 2016 ; Baumont et al., 2007) :

- Une teneur en matière sèche inférieure à celle des graminées pur quel que soit le cycle de végétation et le stade ;
- Une augmentation sensible des matières azotées totales corrélées positivement avec la proportion des légumineuses dans l'association ;
- L'amélioration des teneurs en certains minéraux, en particulier le calcium et en magnésium ;
- Une teneur en constituant pariétaux et en cellulose brute inférieur à celle des graminées et fonction de la proportion de ces derniers ;
- Augmentation de l'ingestion et des performances des animaux au pâturage selon le pourcentage des légumineuses dans la prairie. Avec une proportion de trèfle blanc de 20% environ, en moyenne, l'augmentation d'ingestion atteint 1,5 kg de MS et celle de la production laitière 1 à 3 kg/j (Peyraud et al., 2015) ;
- Par rapport aux graminées, les légumineuses peuvent avoir des effets ;

- Spécifiques sur la qualité des produits animaux, du fait des particularités de leur profil en AG et de leur transit rapide qui limite la saturation des AG dans le rumen ;
- Fourniture de protéines aux animaux.

Parmi les avantages de l'utilisation d'un mélange fourrager, on a la possibilité d'avoir des champs productifs sur une plus longue période, et maintenir une bonne qualité de fourrage (présence de légumineuses avec des graminées). Par contre, les mélanges fourragers peuvent compliquer la stratégie de coupe reliée au stade de maturité optimale pour chacune des espèces présentes.

Egalement la présence des graminées et légumineuses dans un même champ rend plus difficile le contrôle des différentes mauvaises herbes (**Agri-Réseau, 2003**).

### **1.2.3 Facteurs de variation de l'ingestibilité des fourrages**

#### **1.2.3.1 Influence de la teneur en MS**

L'ingestibilité augmente au même temps que la teneur en MS des fourrages. Cette augmentation est corrélée à une augmentation de la teneur en MAT.

**Demarquilly et Andrieu (1981)**, montrent que l'ingestibilité augmente en moyenne de 0,34 à 0,43g de MS/g de MAT pour la majorité des graminées naturelles ou cultivées.

Cependant, **Demarquilly (1981)**, observe des corrélations des liaisons négatives entre l'ingestibilité et les critères pariétaux.

#### **1.2.3.2 Influence du stade de végétation**

Au cours du premier cycle de végétation, l'ingestibilité diminue au fur et à mesure que la plante vieillit (**Jarrige, Demarquilly et Dulphy, 1973**).

Ceci est dû selon les mêmes auteurs à l'augmentation des proportions des tiges, des tissus lignifiés et des constituants membranaires dans la plante au détriment des feuilles, des tissus cellulotiques et du contenu cellulaire.

L'ingestibilité des repousses diminue aussi avec l'âge, mais elle est beaucoup moins étroite que pour les plantes correspondante du 1er cycle (**Jarrige, Demarquilly et Dulphy, 1973 et Demarquilly et Andrieu, 1992**).

Selon **Demarquilly, (1988)**, la diminution moyenne de l'ingestibilité avec l'âge reste comprise entre 0,41 et 0,65 g MS par kg 0.75 par jour pour la majorité des espèces de graminées et de prairies naturelles à base de graminées, mais elle est plus importante pour le dactyle et le brome (respectivement 0,34 et 0,85 g par jour) et est plus faible pour les légumineuses (respectivement 0,34 et 0,37 g par jour pour la luzerne et le trèfle).

### **1.2.4 Les facteurs de variation de la valeur nutritive des fourrages**

La valeur énergétique, la valeur azotée, teneur en minéraux et digestibilité d'une plante fourragère quelconque sont étroitement liées à sa composition morphologique et chimique ; elles-mêmes susceptibles de variations importantes liées à la famille botanique, à l'espèce végétale, à la variété, à l'âge et cycle et au stade de développement. La valeur énergétique est dans la majorité des cas le facteur limitant principal de la valeur nutritive des fourrages en zones tempérées. (**Demarquilly et Andrieu, 1992**)

#### **1.2.4.1 Influence de la famille botanique**

La valeur alimentaire des fourrages diffère énormément d'une famille à une autre. Que ce soit pour les valeurs énergétiques et azotées, la différence est importante entre les espèces des deux familles, une différence qui est due à la morphologie de ces plantes, notamment au rapport feuille sur tige pour les légumineuses et au rapport feuille sur (graine+tige) pour les graminées (**Demarquilly et Andrieu, 1988**) (tableau 3).

Plusieurs auteurs **Jarrige, Demarquilly et Duphy(1973) ; Lapeyronie(1982)**, constatent que les graminées sont plus riches en énergie que les légumineuses, car plus riches en glucides solubles entièrement digestibles et possèdent des tiges moins lignifiées.

En effet, **Colburn et Evens (1967)**, confirment que les légumineuses sont en général plus lignifiées et plus riche en substances pectiques que les graminées.

Celle-ci sont, par contre, plus pauvres en matière azotée et en calcium que les légumineuses (**Demarquilly et Andrieu, 1992**).

Il en résulte donc une variation de la digestibilité entre les deux familles.

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants

---

Au cours du premier cycle de végétation, la relation entre la digestibilité et l'âge est du type curviligne chez les graminées et de type linéaire chez les légumineuses, (**Andrieu et Weiss, 1981 et Demarquilly, 1988**).

**Tableau 3** : Variation de la teneur en matières azotées, en cellulose brute et en parois celluloses (hémicelluloses + cellulose vraie + lignine) des feuilles et des tiges de luzerne et des limbes + graines de graminées.

	Graminées		Luzerne	
	Limbes	Tiges + Gaines	Feuilles	Tiges
<b>Matières azotées (% de la MS)</b>				
-Plantes jeunes	15 - 25	10 - 15	30 - 33	20 - 23
-Plantes âgées	7 - 10	3 - 5	23 - 25	9 - 10
<b>Cellulose brute (% de la MS)</b>				
-Plantes jeunes	15 - 17	22 - 25	11 - 12	22 - 25
-Plantes âgées	26 - 28	35 - 38	13 - 12	40 - 45
<b>Les constituants pariétaux (% de la MS)</b>				
-Plantes jeunes	25 - 28	30 - 35	16 - 18	30 - 35
-Plantes âgées	45 - 50	60 - 65	23 - 25	55 - 60

Source : (**Demarquilly et Andrieu, 1988**).

### **1.2.4.2 Influence du stade de végétation**

Au cours du premier cycle, la digestibilité d'une espèce donnée dépend presque exclusivement de son stade de développement (**Demarquilly et Jarrige, 1981 ; Demarquilly et Andrieu, 1988**).

Ainsi, 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 (**Bourennerias, 1979**).

**Jarrige, (1988)**, constate une modification de la composition chimique durant les différents stades de développement des plantes.

La digestibilité diminue avec l'âge de la plante (**Jarrige et al., 1973 ; Demarquilly, 1981 ; Soltner, 1990 ; Demarquilly et Andrieu, 1992**).

Cette diminution est corrélée à une augmentation de la cellulose brute et à la lignification des parois cellulaires (**Morrison, 1980 et Lapeyronie, 1982**).

### **1.2.4.3 Influence des facteurs climatiques**

Il est certain que les conditions climatiques (température, pluviométrie, lumière) influencent sur la composition chimique ainsi la digestibilité diminue sous l'influence de la sécheresse et de la chaleur (**Deinum et al., 1968**).

#### **A. La lumière**

D'une manière générale, la lumière stimule la croissance des fourrages. Elle augmente les teneurs en matières sèches et en glucides solubles (glucose, fructose, saccharose...), tout en réduisant la part des teneurs en constituants pariétaux, notamment la cellulose brute et la lignine dans les plantes (**Van Soest et al., 1978**).

Cette augmentation des teneurs en constituants pariétaux affecte aussi bien les feuilles que les tiges (**Deinem et Dirven, 1972**).

#### **B. La pluviométrie**

Un déficit hydrique modéré ralentit la croissance et le développement de la plante (**Vough et Martin, 1971 ; Van Soest et al., 1978 ; Wilson, 1981**).

Il entraîne généralement une augmentation des teneurs en matière azotées, particulièrement chez la luzerne (**Gifford et Jensen, 1967**).

### **C.La température**

La température est le facteur climatique qui induit les plus grandes variations du contenu en sucres solubles des graminées. En effet, les températures fraîches et un bon ensoleillement permettent de maximiser le contenu en sucres solubles chez les graminées et les légumineuses. C'est pourquoi, le contenu en sucres solubles est généralement plus bas en deuxième coupe qu'en premier coupe (**Mostefai, 2017**).

Plusieurs études suggèrent que la température a un effet positif sur la teneur en constituants pariétaux des graminées des climats tempérés et tropicaux, exprimée en terme de CB, NDF, lignine (**Deinum, 1966 ; Deinum et al., 1968 ; Wilson et Fort, 1971 ; Deinum, 1976**).

Des températures élevées stimulent la lignification des tissus de soutien (**Deinum et Driven, 1975**).

#### **1.2.5 Estimation de la valeur nutritive des fourrages**

L'évaluation de la valeur nutritive des aliments fournit aux nutritionnistes les informations nécessaires pour la formulation d'une ration alimentaire qui tienne compte à la fois des aspects physiologique et économique. Dans l'évaluation des aliments pour ruminants, différentes méthodes sont couramment disponibles et elles peuvent être subdivisées en deux grandes catégories : les méthodes n'utilisant pas les microorganismes (chimiques et physiques) et les méthodes biologiques, basées sur l'utilisation des microorganismes du rumen (**Blümmel et Orskov, 1993**).

##### **1.2.5.1 Méthodes chimiques**

Les méthodes chimiques ne font pas appel à l'animal, mais procède à une détermination de la disponibilité directement dans la protéine à tester. D'une façon générale, tous les critères chimiques qui présentent une liaison avec la digestibilité en présentent aussi avec la quantité ingérée et avec la quantité de matière organique digestible ingérée qui mesure au mieux la valeur alimentaire du fourrage : c'est notamment le cas de la cellulose brute et de tous les autres résidus cellulosiques (**Aufrere et Guerin, 1996**).

Une des méthodes chimiques, divise le substrat en six fractions : la matière sèche, la matière minérale, les protéines brutes, l'extrait étheré, les fibres brutes et l'azote libre. Il existe un autre procédé alternatif pour l'estimation des fibres (**Vansoest et Wine, 1967**).

Ce dernier est maintenant le plus utilisé et le plus fiable. Ce procédé offre l'avantage de prédire l'ingestion et la valeur nutritive car il sépare les composants fibreux suivant leur dégradabilité, plutôt qu'en entités chimiques définies. Il a été développé pour quantifier à la fois les composants cellulaires et les composants pariétaux, principalement présents dans le matériel végétal (**Mould, 2003**).

Cependant, la quantité ingérée est estimée avec la meilleure précision à partir des critères caractérisant la proportion des membranes ou du contenu cellulaire ou celle des constituants solubles : constituants solubles dans l'eau ou dans une salive artificielle ou, mieux encore, dans une solution acide diluée, ou dans une solution de pepsine dans HCl 0,075 n (**Adesogan et al., 1998**).

### **1.2.5.2 Méthodes physiques**

La spectrophotométrie à réflectance dans l'infrarouge est une méthode analytique et physique. Elle repose sur l'étude des spectres de réflectance, c'est-à-dire l'émission de radiations par la substance étudiée, lorsqu'elle est soumise aux rayons infrarouges sous différentes longueurs d'ondes, étalées de 730 à 2500 nm (**Givens et Deaville, 1999 ; Mould, 2003**).

Les spectres d'absorption obtenus dépendent des liaisons chimiques établies entre les différents constituants de l'aliment. Il est, de ce fait, possible d'identifier à l'aide de témoins dans un spectre, des régions spécifiques qui correspondent aux différents composants alimentaires.

### **1.2.5.3 Méthodes biologiques**

Les méthodes biologiques ont été mises au point pour représenter ou simuler la totalité ou une partie de l'activité du tractus digestif, ainsi que le processus digestif chez les ruminants. Il est à noter que les méthodes biologiques sont beaucoup plus significatives et donnent de très bons résultats par rapport aux méthodes chimiques et physiques, du fait que les microorganismes et les enzymes sont plus sensibles aux facteurs influençant la vitesse et l'ampleur de la digestion (**Ballet, 1989**).



### **1.3 Prairies et pâturage**

Les systèmes d'élevage fondés sur le pâturage sont instables sur le plan de l'offre alimentaire. De par l'influence majeure de conditions climatiques et du mode de gestion des prairies sur la quantité et la qualité de l'herbe produite, les troupeaux au pâturage sont sujets à court, moyen et long terme à des variations des caractéristiques du fourrage offert, conduisant à des variations de nutriments ingérés et à des variations de performances plus importantes qu'avec des régimes conservés (**Delagarde et al., 2001**).

Néanmoins, dans les systèmes extensifs en particulier ceux pratiqués dans des milieux difficiles comme la montagne, le pâturage représente un atout majeur à la subsistance et à la continuité de ces élevages.

#### **1.3.1 Pâturage**

Selon **Delagarde et al., (2001)**, le pâturage est un système alimentaire instable : les variations à court, moyen et long terme de l'offre quantitative et qualitative de fourrage sont fréquentes, et déterminent la quantité ingérée et les performances animales. D'où l'intérêt de quantifier les effets des principaux facteurs de variation de l'ingestion des ruminants au pâturage.

#### **1.3.2 Les différents types de pâturage**

##### **1.3.2.1 Le pâturage libre extensif**

Le pâturage libre extensif consiste à laisser en permanence le troupeau sur l'ensemble de la surface de la prairie. Il est peu productif même avec une fertilisation azotée modérée. La charge de bétail est faible, il se crée alors des zones sur-pâturées où les bonnes espèces s'épuisent et finissent par disparaître, et des zones sous-pâturées où l'apparition de refus. Ce système entraîne inévitablement un gaspillage de l'herbe au printemps et conduit à la dégradation de la flore (**Crémer, 2015**).

##### **1.3.2.2 Le pâturage tournant par parcellement**

D'après **Crémer (2015)**, le pâturage tournant par parcellement demande la division de la surface à pâturer en un certain nombre de parcelles de façon à ce que le bétail effectue une

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants

rotation sur chacune d'elles au moment où l'herbe est au stade idéal de pâture (quantité, qualité et utilisation par l'animal). Les temps de repos (intervalle entre deux passages successifs du bétail) varient entre environ 3 semaines au printemps et 5 semaines en été. La taille de la parcelle dépendra du cheptel.

### 1.3.2.3 Le pâturage rationné

Le pâturage rationné consiste à mettre à disposition, à l'aide d'une clôture électrique, la ration nécessaire au troupeau sur base de 75 à 100 m<sup>2</sup> par vache et par jour. Il faut travailler avec un fil avant et un fil arrière pour éviter le surpâturage des jeunes repousses. C'est également une solution pour éviter le gaspillage des fourrages de grande hauteur (herbe en cours de montaison, mélanges avec luzerne...) ou éviter les risques de surconsommation, notamment pour les légumineuses (trèfle blanc et météorisation) (Crémer, 2015).

### 1.3.2.4 Le pâturage continu intensif

Le pâturage continu intensif consiste à laisser le troupeau pâturer en permanence l'ensemble de la prairie. Le principe est le même que le pâturage libre extensif mais la charge de bétail est plus élevée (minimum 4 vaches par hectare) et les apports d'azote plus importants (Crémer, 2015).

L'apport d'azote doit être effectué toutes les 3 à 4 semaines sur de l'herbe non mouillée (l'engrais ne doit pas coller aux plantes). La charge de bétail doit être adaptée régulièrement suivant la production d'herbe (6 à 8 bêtes / ha au printemps contre 4 à 5 en été). Le contrôle de la charge se fait par l'observation des refus (Crémer, 2015).

Selon Crémer (2015), chaque système a ses avantages et ses inconvénients. Le choix doit surtout se faire en fonction de la disposition des parcelles, de ses points d'eau, de ses accès...etc. A charge égale, les productions animales (vaches laitières ou allaitantes) sont comparables dans le système continu intensif ou tournant (tableau 4).

**Tableau 4 :** les avantages et les inconvénients de différent mode de pâturage.

Mode de pâturage	Avantages	Inconvénients
Continu	-Simplification du travail. -Diminution du piétinement.	- En cas de surpâturage localisé risque important d'envahissement par les adventices.

		- En cas de chargement constant sur l'année risque de sous-pâturage et de dégradation de la prairie.
Tournant	-Pâturage de l'herbe au bon stade. -Permet de faire des lots d'animaux avec des besoins différents. -Limite les refus.	-Coût plus important (clôtures). -Nécessite plusieurs points d'eau. - Risque de piétinement.
Au fil	-Exploitation rapide et précise de l'herbe, au bon stade. - Adapté pour des lots homogènes d'animaux.	-Temps de présence au pâturage plus importante : déplacement du fil électrique et observation plus fréquente de la quantité d'herbe disponible.

Source : (IKARE, 2015).

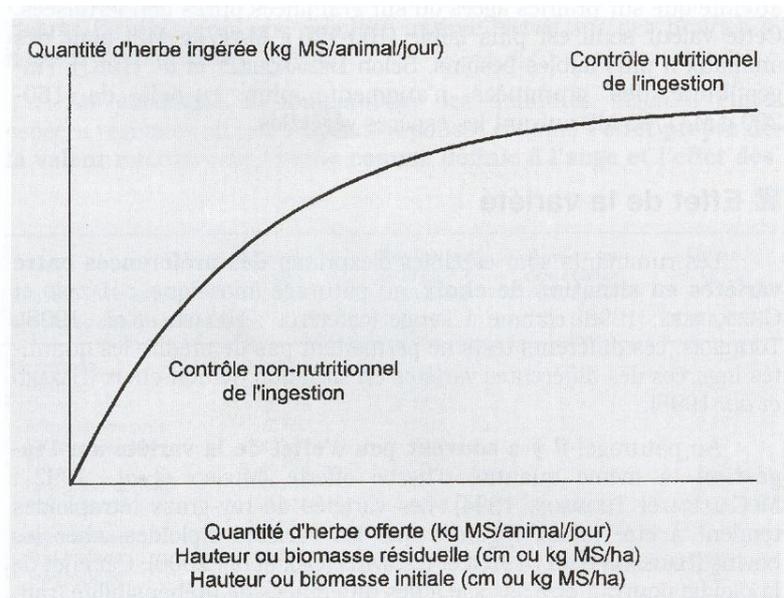
### 1.3.3 Disponibilité de l'herbe

D'après **Delagarde et al., (2001)**, la disponibilité de l'herbe est une notion complexe qui peut être définie, selon le système de pâturage, par sa facilité de récolte et/ou par la quantité d'herbe accessible offerte quotidiennement aux animaux.

Elle intègre donc à la fois des aspects quantitatifs et qualitatifs de l'offre alimentaire.

Dans le cas de couverts complexes, elle dépend aussi de l'accessibilité des éléments préférés.

La disponibilité réelle résulte donc de l'interaction entre la pression de pâturage imposée par l'éleveur et la facilité de récolte du fourrage par l'animal lui-même. Le rôle relatif de la disponibilité dans le contrôle des quantités ingérées au pâturage s'accroît quand la disponibilité diminue, en particulier avec la pression de pâturage (figure 5). Bien que parfois partiellement confondues dans la pratique, les notions de disponibilité et de valeur nutritive de l'herbe sont théoriquement indépendantes.



**Figure 5** : Relation entre la quantité d'herbe ingérée et la disponibilité de cette herbe (Poppi *et al.*, 1987).

### 1.3.4 Valeur nutritive de l'herbe pâturée

L'herbe pâturée au stade feuillu est un fourrage de bonne qualité, hautement digestible et ingestible et relativement bien équilibré en énergie, azote et minéraux, surtout dans le cas des associations graminées-légumineuses (INRA, 1988).

C'est pratiquement le seul fourrage qui peut constituer l'élément unique d'une ration pour animaux forts producteurs. Quand la pression de pâturage est suffisante pour maintenir un couvert feuillu, la valeur nutritive de l'herbe est donc rarement un facteur déterminant des performances et c'est essentiellement le niveau d'ingestion qui gouverne alors le niveau des apports (Delagarde *et al.*, 2001).

### 1.3.5 Intérêts de la prairie et du pâturage

L'intérêt premier du pâturage, c'est économique : l'herbe des prairies permanentes pâturées est l'aliment le mieux adapté et le plus économique pour nourrir les ruminants. De plus, c'est l'animal lui-même qui réalise la récolte de l'herbe. Le pâturage, et la prairie en général, ont également un impact sur l'environnement en limitant le lessivage des nitrates et l'utilisation de produits phytosanitaires. D'autres impacts, non moins négligeables, sont plus difficiles à

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants**

---

estimer. On retiendra le rôle dans la biodiversité, le rôle paysager, le rôle sur la qualité des produits et sur l'image de marque de ces produits (Crémer, 2015).

Cependant, le pâturage comporte des contraintes parfois mal vécues par l'éleveur, notamment (Crémer, 2015) :

- Incertitudes climatiques ;
- Croissance de l'herbe incertaine et difficile à prévoir ;
- Conditions de pâturage parfois difficiles par rapport au sol (humide, engorgé, trop sec...);
- Performances animales variables ;
- Le bétail choisit toujours l'herbe la plus tendre. Cela entraîne du sous-pâturage dans certains endroits et du surpâturage dans d'autres. Ce risque est d'autant plus élevé que la charge animale est faible ;
- Restitutions d'éléments fertilisants sous forme de déjections.
- Piétinement du bétail, positif dans de bonnes conditions, il sera signe de gaspillage ou de dégradations dans d'autres ;

Dans de bonnes conditions et bien mené, les animaux exercent une action bénéfique sur la prairie. Ce sont eux qui rendent une prairie « permanente », le pâturage étant indispensable pour le maintien des bonnes espèces de graminées comme le ray-grass anglais. L'entretien donné à ces prairies (fauche des refus, ébouages...), dans de bonnes conditions, est cependant nécessaire (Crémer, 2015).

### **1.3.5.1 La biodiversité et les pâturages**

D'après Duru et al., (2001), trois types de biodiversité (taxonomique, écologique et fonctionnelle) et quatre niveaux d'organisation écologique (génétique, population, communauté / écosystème et paysage / région) peuvent être définis :

- La diversité taxonomique correspond à la nature et à l'abondance des espèces.

- La diversité écologique rend compte des relations entre les caractéristiques de l'habitat et la composition en espèces, notamment les variations d'abondance en réponse aux variations de l'habitat.
- Enfin, la diversité fonctionnelle regroupe les espèces en fonction de caractéristiques morphologiques, physiologiques et écologiques (traits de vie).

Ces caractéristiques sont propres aux espèces et indépendantes des conditions du milieu. La plupart des travaux traitant de biodiversité portent essentiellement sur la diversité taxonomique. Au niveau d'une communauté, celle-ci peut être vue comme l'expression d'une partie plus ou moins importante du pool d'espèces disponibles au niveau d'une région.

### **1.3.5.2 Effets spécifiques du pâturage sur la diversité**

La pâture et la fauche provoquent une défoliation de la végétation qui est en principe assez similaire (**Duru et al., 2001**).

Cependant, le pâturage, par le choix de l'animal, le piétinement et l'apport d'éléments fertilisants, crée une hétérogénéité par rapport à la fauche d'autant plus grande que le système de pâturage est extensif (**Duru et al., 2001**).

Au niveau de l'entomofaune (papillons, sauterelles, abeilles sauvages et guêpes, araignées), la diversité était souvent plus élevée dans les pâturages, en raison de la présence d'éléments de structure (buissons, friches locales, petites zones dénudées par le piétinement, etc.) absents des prairies fauchées.

### **1.3.5.3 Effets du pâturage sur l'ingestion**

Pour accroître la part d'herbe pâturée dans le régime annuel des ruminants, il faut chercher non pas à maximiser la production fourragère mais à pérenniser la quantité et la qualité de la ressource fourragère le plus longtemps possible au cours de l'année. (**Delagarde et al., 2001**).

Cet aspect dynamique du pâturage et ses arrière-effets en termes de production animale ont encore été peu étudiés. A l'échelle de l'année, il existe globalement peu d'écart de performances animales individuelles et à l'hectare entre les systèmes de pâturage continu, tournant ou rationné.

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants**

---

D'après **Delagarde et al., (2001)**, Quel que soit le système de pâturage, le maintien d'un couvert feuillu à chaque exploitation de l'herbe est donc globalement favorable à l'ingestion et aux performances dans le long terme, même si la disponibilité en herbe n'est dans ce cas pas suffisante pour couvrir pleinement la capacité d'ingestion des animaux. En dehors des systèmes de conduite économes qui ne cherchent pas à extérioriser les potentiels de production individuels, accroître ou maximiser les performances par animal nécessite alors d'introduire des aliments complémentaires.

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

# **CHAPITRE 2**

## **MATÉRIELS ET MÉTHODES**

### Objectif du travail

Notre étude a pour objectif de déterminer la valeur alimentaire des fourrages naturels de la région de BOUARFA au printemps. Ce travail sur la valeur alimentaire est le 1<sup>er</sup> essai dans cette région montagneuse, la récolte des échantillons s'est déroulée durant le mois de mars 2020.

### 2.1 Localisation géographique de la zone d'étude

Bouarfa, est une commune située au sud de la wilaya de Blida, à environ 1 km au sud-ouest de Blida. C'est une région montagneuse, l'homme implique dans l'activité forestière et aujourd'hui, il marque sa présence par la culture et l'élevage de bovins, ovins et de caprins demeure l'activité agricole prédominante de la région. (Figure n°6)



**Figure 6 :** La localisation de la région de Bouarfa (Google map).

### 2.2 Le climat

La région de Bouarfa caractérisée d'un climat chaud et tempéré. La température moyenne annuelle à cette région est de 17.9 °C.

Les précipitations sont en moyenne 791 mm chaque année. (**Météo Algérie**).

### **2.3 Le choix de la zone d'étude**

L'essai a été effectué dans la région de Bouarfa à Baba Moussa. Ce site est choisi vu son emplacement : milieu naturel ouvert et montagneux, où se trouve une herbe naturelle très diversifiée, ainsi que pour l'effectif important de ruminants pâturant ses parcelles.

### **2.4 Matériels et méthodes**

#### **2.4.1 Matériels**

##### **2.4.1.1 Le matériel végétal**

Le choix a porté sur les plantes les plus consommées par les chèvres suivies au pâturage.

##### **2.4.1.2 Matériels requis**

- Ciseaux et couteau.
- Sacs plastiques vidés d'air bien fermés et hermétiques.
- Des étiquettes.

#### **2.4.2 Méthodes**

##### **2.4.2.1 Echantillonnage**

Lors du suivi des chèvres au pâturage, un échantillon a été prélevé pour les plantes les plus consommées.

Le jour du prélèvement des échantillons, nous avons suivi un troupeau de chèvres laitières de la ferme BAYOU lors de leur sortie au pâturage matinale.

- Nous avons pris notes et des photos des plantes sur pied.
- Nous avons coupé à l'aide d'un ciseau les plantes les plus consommées par les animaux à une hauteur normale de fauche.
- Nous avons prélevé au hasard à divers endroits.
- Nous avons utilisé une serviette pour éliminer l'excès d'humidité des échantillons avant de les placer dans des sacs en papier pour les conserver au maximum 48h avant d'effectuer les analyses au laboratoire.

### 2.4.2.2 Les analyses fourragères

Les échantillons conservés devraient être analysés au laboratoire d'analyse fourragère du département des biotechnologies de la faculté de biologie de l'université de Blida.

Cette étape essentielle n'a pas pu se faire suite aux conditions sanitaires du COVID-19.



**Figure 7 :** Les principales espèces consommées par les chèvres aux pâturages

1. *Malva parviflora*,
2. *Pistacia lentiscus*,
- 3,4. *Ceratonia siliqua*
5. *Oléa europea*,
6. *Salix capensis*,
7. *Quercus afares*,
8. *Quercus suber*

Afin de maintenir notre projet, nous avons orienté le travail vers une analyse d'articles ayant travaillé sur la valeur alimentaire de fourrages naturels de prairies et de montagnes en Algérie. Pour ce faire nous avons suivi le plan suivant :

### 2.5 Collecte de données

La recherche en ligne nécessite des moteurs de recherche scientifiques et des mots clés. Le tableau suivant présente la nature de notre documentation scientifique :

**Tableau 5 :** Présentation de la nature des données

	Nature des données
Les moteurs de recherche	Researchgate
	Google scholar
	SNDL
Les mots clé	Pâturage de montagne, Prairie, fourrage naturel
La langue	Française
L'année de publication	2007-2017
Nombre d'articles	<b>Total 15 articles</b>
	<b>Inclus : 5</b>

## 2.6 Le choix des données

### 2.6.1 Les critères d'inclusion

La saisie de mot clé dans un moteur de recherche donne une multitude de donnée qu'il a fallu trier, pour ce faire nous avons limité les critères de choix aux :

- ✚ Pâturage de montagne
- ✚ Arbre fourragers
- ✚ Fourrages naturels
- ✚ Travaux réalisés en Algérie

### 2.6.2 Les critères d'exclusion

- ✚ Travaux prairies cultivées
- ✚ Réalisés en dehors de l'Algérie.

## 2.7 Présentation des données

L'analyse des articles choisis remplissant les conditions imposées par les critères de choix, nous ont menés au tableau suivant :

### 2.7.1 Zones d'étude et espèces étudiées

**Tableau 6 :** Zones d'études et espèces étudiées.

Auteurs	Espèces	Région
---------	---------	--------

<b>Boubekeur et al., 2017.</b>	Arbres fourragers : <i>Pistacia atlantica</i> <i>Et Acacia farnesiana</i>	Algérie Wilaya de Djelfa
<b>Mostefai, 2017.</b>	Fourrages issus de pâturage Naturel.	Algérie Région montagneuse de la Kabylie
<b>Zirmi-Zembri et Kadi, 2016.</b>	Espèces végétales spontanées à intérêt fourrager.	Algérie
<b>Bouallala et al., 2011.</b>	Plantes herbacées broutée par le dromadaire.	le Sahara nord-occidental Algérien.
<b>Arbouche et Arbouche., 2007.</b>	Arbres, arbustes et herbacés du parc nationale d'El-Kala.	Algérie El-Kala

## **2.8 Présentation des articles**

**Tableau 7** : quelques études réalisées sur la valeur alimentaire

<b>Auteurs</b>	<b>Objectifs</b>	<b>Matériels et méthodes</b>
----------------	------------------	------------------------------

<p><b>Arbouche et Arbouche., 2007</b></p>	<p>-Évaluation de la valeur énergétique des espèces végétales consommées par le cerf de Barbarie (<i>Cervuselaphus barbarus</i>, Bennet 1833) dans la région d'El Ayouné (Parc National d'El Kala, Algérie).</p>	<p>-L'observation des différentes espèces végétales prélevées par le cerf durant toute l'année, et ceci grâce à la mise en place de sites d'observation sur une période de deux semaines par mois (début et fin de mois).</p> <p>-Les stades phénologiques de la pelouse ont été déterminés sur la base de l'espèce graminéenne dominante (Demarquilly, 1981 ; Durand, 1969).</p> <p>-Les analyses chimiques ont été conduites selon la méthode édictée par l'AOAC (1975). Elles ont porté sur la détermination des constituants chimiques des différentes espèces végétales.</p> <p>-Les valeurs énergétiques brutes (EB) et le rapport EM/ED (énergie métabolisable sur énergie digestible) ont été calculées suivant les équations de Sauvante et <i>al.</i> (2004).</p>
<p><b>Bouallala et al., 2011</b></p>	<p>-Étude de la valeur nutritive de quelques plantes de la strate herbacées broutée par le dromadaire dans le Sahara nord-occidental Algérien.</p>	<p>-Le choix des plantes étudiées qui constituent la strate herbacée des parcours camélins a été fait selon leur abondance pendant la saison hivernale de l'année 2009.</p> <p>-L'identification de ces plantes a été faite à l'aide des travaux de Quézel et Santa (1962-1963), Ozenda (1991) et Nègre (1961).</p> <p>-Après l'identification, chaque plante a été séchée à l'air libre, broyée puis conservée pour analyse.</p> <p>-Les analyses de la composition chimique ont été faites selon les méthodes de référence de l'association française de normalisation (AFNOR, 1982-1977-1993) et de l'organisation internationale de normalisation (ISO, 1997).Elles ont porté sur la détermination de MS, MO, MM, MAT et CB.</p> <p>- la valeur nutritive des plantes analysées à été estimée</p>

		à partir des résultats de la composition chimique. Cette estimation est basée sur les travaux de Jarrige (1988) et Guerin et <i>al.</i> , (1989).
<b>Zirmi-Zembri et Kadi, 2016</b>	-Répertorier les principales ressources végétales spontanées à intérêt fourrager utilisées en Algérie et de calculer la valeur nutritive de ces espèces après avoir rassemblé leur composition Chimique.	-135 fourrages représentant les différents stades de coupes de 43 espèces naturelles herbacées. -Les paramètres de composition chimique retenus ont été : MS, MO, MM, MAT, MG, EB, CB, NDF, ADF, ADL, Ca, P. -Les paramètres de la valeur nutritive étaient :UFL, UFV, PDIE, PDIN. - le Calcul de la valeur nutritive a été estimé à partir de la composition chimique, à l'aide des équations de Vermorel (1988), Vérité et Peyraud (1988), Guerin et al (1989), Richard et al (1990) et Baumont et al (2010).
<b>Boubekeur et al., 2017</b>	-Contribuer à la connaissance de la valeur nutritive des arbres fourragers en Algérie, le choix a porté sur le <i>Pistacia atlantica</i> Desf et de l' <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd au niveau de Mesrane dans la wilaya de Djelfa.	-Ils ont récoltés des dizaines de poignées de feuilles et de rameaux coupés au sécateur. -Ils ont prélevés 1000g de l'échantillon globale haché. -l'échantillon est séché dans une étuve réglée à 65 °C pendant 48h, puis broyé(1mm) et mis dans un sac hermétiquement fermé qui servira pour les éventuelles analyses chimiques. -les méthodes d'analyses chimiques utilisées sont celles de l'AOAC, elles concernent la détermination de la matière sèche, des matières azotées totales, celles des matières minérales et la cellulose brute. Les analyses sont réalisées en trois répétitions. - les équations utilisées sont celles de Morisson, 1976 ; Jarrige, 1980 ; Andrieu et Weiss, 1981 ; Jarrige, 1988 et Guerin et <i>al.</i> , 1989. Pour les calculs des valeurs

		énergétiques et azotées.
<b>Mostefai, 2017</b>	<p>-Déterminer la valeur nutritive des fourrages naturels d'une région montagneuse de la kabylie (Algérie), notamment le fourrage pouvant être utilisé dans l'alimentation des ruminants sous forme de pâturage.</p>	<p>-Des prairies permanentes, très diversifiées, de graminées et de légumineuses, non fertilisées.</p> <p>-4 parcelles ont été numéroté et pâturée par cinq vaches laitières au début de printemps. La surface de chaque parcelle est inférieure à 1 ha.</p> <p>-Afin de caractériser les conditions de pâturage, des mesures de hauteur d'herbe ont été réalisées à l'aide d'un <b>herbomètre</b>.</p> <p>-à l'aide d'une cisaille l'herbe été coupé à une hauteur d'environ 5 cm du sol.</p> <p>Chaque échantillon est accompagné d'une fiche de renseignements où c'est précisé la date et le lieu de prélèvement.</p> <p>-mélange des échantillon de mêmes espèces et mêmes parcelles puis réservés dans des sachets en papier et agrafés étiquetés (saison, date, type et lieu de prélèvement, N° de relevée) pour une analyse ultérieure (MS, MM, CB, MAT)</p> <p>-les analyses effectuées sont toutes conformées aux normes (AFNOR Paris, 1985).</p>

# **CHAPITRE 3**

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

**3.1 Résultats**

Le tableau suivant illustre les principaux résultats de la composition chimique et la valeur alimentaire des fourrages étudié dans les articles consultés.

**Tableau 8 :** Illustration des résultats rapportés par les articles consultés.

Fourrages (espèces)	Compositions chimiques (% de MS)				Valeurs énergétiques (kg de MS)		Valeurs azotées (g/kg de MS)		dMO %
	MS	MO	MAT	CB	UFL	UFV	PDIN	PDIE	
<i>Arbutus unedo</i>	54,2	95,8	6,2	14,6	/	/	/	/	/
<i>Olea europea</i>	65,2	97,0	7,1	30,3	/	/	/	/	/
<i>Anvillea radiata</i>	/	85±0,00	2,71±0,09	23,24 ±0,54	0,52± 0,01	0,43±0,01  0,27±0,01	17,10± 0,80	47,30± 0,70	/
<i>Cotula cinerea</i>	/	42,17± 1,17	4,42±0,30	13,51 ±0,00	0,31± 0,00		27,86± 2,72	34,01± 1,14	/
<i>Anacyclus clavatus</i>	80,9	95,2	1,1	41	0,49	0,37	7	42	/
<i>Pulicaria crispa</i>	/	83,3	5,06	30,13	0,50	0,40	31,93	52,33	/
<i>Pistacia atlantica</i>	94,35 ±0,13	96,38± 0,10	10,81± 0,13	17,24 ±0,18	0,90± 0,00	0,82±0,00  0,74±0,01	81,08± 0,98	89,84± 0,13	76,15± 0,22
<i>Acacia farnesiana</i>	92,55 ±0,18	94,37± 0,27	17,24± 0,18	28,49 ±0,95	0,83± 0,01		129,28 ±1,31	75,67± 1,74	47,01± 1,53
Mélange de graminées	21,33	/	14,36	22,82	0,90	0,85	92	88	76,64
Mélange de légumineuses	21,56	/	27,06	20,91	0,90	0,84	175	102	76,38

### 3.2 Discussion générale

Les fourrages naturels herbacés algériens semblent, globalement avoir une bonne teneur en énergie et en protéines. La valeur alimentaire de la majorité des espèces est appréciable et peuvent facilement couvrir les besoins d'entretien des petits ruminants. Les apports de certaines espèces sont au même niveau voire meilleurs que certaines ressources fourragères cultivées (**Zirmi-Zembri et kadi, 2016**)

Les résultats de la composition chimique et de la valeur nutritive et de la digestibilité sont meilleurs lorsque les fourrages arrivent au stade épis « 10 cm » (**Mostefai, 2017**).

Le *Pistacia atlantica* et l'*Acacia farnesiana* présentent des valeurs nutritives intéressantes pouvant servir comme fourrage pour les ruminants, mais avec une meilleure valeur nutritive de l'*Acacia farnesiana* (**Boubekeur et al., 2017**).

Les glands de *Quercus suber*, quoiqu'amers, sont consommés en automne et en hiver. Du fait de leurs hautes valeurs énergétiques et de leur bonne teneur en constituants chimiques, *Arbutus unedo*, la pelouse et les glands de *Quercus suber* sont des éléments nutritifs qui assurent la croissance et le développement des animaux. Le reste de la strate arbustive peut être considéré utile pour la survie des troupeaux mais en assurant uniquement les besoins d'entretien (**Arbouche et Arbouche, 2007**).

Les travaux doivent continuer et même s'intensifier pour caractériser le plus grand nombre possible de ces espèces fourragères qui représentent une part importante de la ration des ruminants en Algérie.

# **CONCLUSION**

## Conclusion

L'herbe des prairies pâturées est l'aliment le mieux adapté et le plus économique pour nourrir les ruminants. Notre recherche bibliographique nous a permis de dégager certaines espèces présentant un potentiel nutritif comme l'acacia et le chêne. Les espèces herbacées, les arbustes et les arbres épineux à faible production ont pu développer des stratégies d'adaptation vis-à-vis des conditions climatiques sahariennes. Ces ressources fourragères sont capables de couvrir les besoins alimentaires du dromadaire.

Les fourrages naturels herbacés algériens semblent, globalement une bonne source d'énergie et de protéine pour les ruminants. Les apports de certaines espèces sont au même niveau voire meilleurs que certaines ressources fourragères cultivées.

L'utilisation des feuilles et rameaux de *Pistacia atlantica* et l'*Acacia farnesiana* dans l'alimentation des ruminants constitue une alternative alimentaire intéressante. Les valeurs azotées et les valeurs énergétiques de ces feuilles peuvent couvrir les besoins des ruminants et particulièrement les petits ruminants pendant une période longue de l'année et surtout en période de soudure.

L'herbe pâturée, est un aliment de qualité à condition d'être pâturée au bon stade phénologique. Ainsi les résultats de la valeur énergétique et azotée de la majorité de l'herbe pâturée, sont de bonnes qualités.

En perspective, la gestion des ressources pastorales est nécessaire pour la conservation de la biodiversité, la pérennité des ressources et une durabilité de l'activité pastorale. Dans cette optique, leur connaissance fine est plus que jamais nécessaire afin de réaliser des diagnostics pastoraux pertinents.

# **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

**Abdouli H., Khohani T. Kariem (1998).** Traitement de la paille à l'urée. L'effet sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité. Revue fourrage N: 144. pp -167-176.

**Adesogan A.T., Givens D.I., Owen E. 1998.** Prediction of the in vitro digestibility of whole crop wheat from in vitro digestibility, chemical composition, in situ rumen degradability, in vitro gas production and near infrared reflectance spectroscopy. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 74: 259-272.

**Agri Réseau, 2003.** Potentiel fourragère d'un mélange de graminées. <http://www.agrigouv.qc.ca> denisruel@agri.gouv. qc.ca. révisé le 2 juillet 2003.

**Andrieu J., Weiss Ph. 1981.** Prévion de la digestibilité et de la valeur énergétiques fourrages verts de graminées et de légumineuses. In prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA.

**Arbouche H.S., Arbouche F. 2007.** Évaluation de la valeur énergétique des espèces végétales prélevées par le Cerf de barbarie (*Cervus elaphus barbarus*, *Bennet 1833*) dans la zone d'El Ayoune (parc national d'El Kala, Algérie. Rev. Écol. (Terre Vie), vol. 62, 2007.

**Aufrère J. 1982.** Etude de la prévion de la digesbilité des fourrages par une méthode enzymatique. Annales Zootechniques, 31: 111-130.

**Aufrère J., Guérin H. 1996.** Critical review of chemical and enzymatic methods for the estimation of nutritive value in roughages. Annales de Zootechnie. vol. 45: 21-38.

**Aufrère J., Guérin H. 1996.** Critical review of chemical and enzymatic methods for the estimation of nutritive value in roughages. Annales de Zootechnie. Vol. 45: 21-38.

**Baumont et al. 2007.** La diversite spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire. Valeur alimentaire des couverts multi-spécifiques.

**Baumont R., Aufrere J., Niderkorn V., Andurza D., Suranlt F., J-R Peccatte, L., Delaby, Pelletur P. 2008.** La diversité spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire.

**Baumont R., D. Basen , A. Ferard, G. Maxin, V. Niderkorn. 2016.** Les intérêts multiples des légumineuses fourragères pour l'alimentation des ruminants. Journées AFPF $\bar{O}$  Les légumineuses fourragères et prairials.

- Baumont R., Duphy J.P., Sauvart D., Meschy F., Aufrere J., Peyraud J.L. 2007.** Chapitre 8. Valeur nutritive des fourrages et des matières premières : tables et prévision. In Alimentation des bovins, ovins et caprins, Tables INRA 2007, Editions Quae, pp. 149-179.
- Beauchemin K.A., Rode L. 2012.** Efficient use of forages and impact on cost of production. *WCDS Advances in Dairy Technology*. Vol 24: 241-253.
- Beguín J.N., Dagonne R.P., Giron A. 2001.** Teneurs en éléments minéraux de l'herbe pâturée par les vaches laitières 8, 289 P.
- Bellenger J., Perigaud S., Lamand M. 1973.** In Jarrige : alimentation des ruminants INRA 1980, 4(4). pp : 565-598.
- Bencherchali M et Houmani M., 2017.** Valorisation d'un fourrage de graminées spontanées dans l'alimentation des ruminants. *Revue agrobiologia* (2017), 7(1) : 346-354.
- Biston R., Dardenne P. 1985.** Application de la Spectrophotométrie de Réflexion dans le Proche Infrarouge. Prévision de la qualité des fourrages en vue de leur exploitation rationnelle, *Bull. Rech. Agron. Gembloux*. vol. 20 (1/2): 23-35.
- Blümmel M., Orskov E.R. 1993.** Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* vol. 40: 109-119.
- Bouallala M., Chehama., Hamel F. 2011.** Évaluation de la valeur nutritive de quelques plantes herbacées broutées par le dromadaire dans le Sahara Nord-Occidental Algérien. *Lebanese Science Journal*, Vol. 14, N°1, 2013.
- Boubekeur S., Mefti Kortebay H., Houmani M. 2017.** Prédiction de la valeur alimentaire du *Pistacia atlantica* Desf. et l'*acacia farnisiana* (L.) Willd. *Revue Agrobiologia* (2017) 7(2) : 603-609.
- Chenoste M. (1994).** Les facteurs de réussite du traitement des pailles à l'urée IN : les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne.
- Clement J.M. 1981.** « Dictionnaire des industries alimentaires », Edition Masson, 1146p.
- Colburn E.T Evan, (1967).** Chemical composition of the cell-wall constituent and acid detergent fiber fractions of forages. *J. Dairy Sci.*, N°50, 1130 – 1135.
- Crémer S. 2015.** Le pâturage des prairies permanentes. « La gestion des prairies ».
- Cuvelier C., Dufrasne I., 2014.** Livret de l'agriculture : L'alimentation de la vache laitière : Aliments, calculs de ration, indicateurs d'évaluation des déséquilibres de la ration et pathologies d'origine nutritionnelle. Université de Liège.

[http://www.fourragesmieux.be/Documents\\_telechargeables/Cuvelier C & Dufrasne I Livret alimentation des VL 2 Aliments et calculs.pdf](http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/Cuvelier_C_&_Dufrasne_I_Livret_alimentation_des_VL_2_Aliments_et_calculs.pdf).

Consulté le 14/10/2019.

**Dahmani M., Chebabha S. 2015.** Caractérisation de l'élevage caprin dans la région de M'sila. Mémoire de Master Académique en Ecophysiologie Animale et Biosécurité alimentaire, filière sciences agronomiques. Université Mohamed Boudiaf de M'sila.

**Deinum B. et Dirven J.G.P. 1975.** Climate, nitrogen and grass. VII. Comparison of yield and chemical composition of some tropical and temperate grass species grown and different temperature. Neth. J. Agric., N°23, pp 69 – 82.

**Deinum B. 1966.** Influence of some climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage. Proc. 10th.Intern.Grass.Congr.Pp 415 – 418.

**Deinum B. 1976.** Effect of age, leaf number and temperature on cell wall and digestibility of maize, in, carbohydrate research in plants and animals, Miscellaneous Papers 12, Landbouwhge school Wagening, pp 29 – 41.

**Deinum B., etDirven J.G.P. 1972.** Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of Congo grass Neth J. cité par GouiMalika.

**Deinum B., vanes A.J.H., Van Soest P.J. 1968.** Climate, nitrogen and grass. II. The influence of light intensity, temperature and nitrogen content on in vivo digestibility of grass and prediction of these effects from some chemical procedures. Neth. J. Agric. Sci, N°16 pp 217 – 221.

**Delaby L., Huyghe C. 2013.** Prairies et système fourragers. Ed. France Agricole. Paris.

**Delagarde R., Prache S., D'Hour P., Petit M. 2001.** Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. "Nouveaux regards sur le pâturage".

**Demarquilly C., Andrieu J. (1988).** "Les fourrages", alimentation des bovins, ovins et caprins, R. Jarrige éd., INRA éditions, pp. 315-335.

**Demarquilly C. et Weiss P. 1970.** « Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages », INRA, SET étude n°42, 84 p.

**Demarquilly C., (1973).** Composition chimique, caractéristiques, fermentaires, digestibilité et quantités ingérées des ensilages de fourrages, modifications par rapport au fourrage vert initial, Ann. Zootech. 1973. pp : 22,1-35.

**Demarquilly C., (1981).** « Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants », INRA.édition, Versailles, 213-216.

**Demarquilly C., (1988).** Valeur alimentaire des fourrages. Ed. INRA-CRZV.

- Demarquilly C., (1993).** Valeur énergétique des luzernes déshydratés INRA : Prod. Anim., 1993, 6(2), pp 137-138.
- Demarquilly C., Andrieu J., (1992).** Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens en verts. INRA. Prod. Animale N°5 (3) : 213-221.
- Demarquilly C., Chenost M., Ramittoneb., (1987).** Intérêt zootechnique du traitement des pailles à l'ammoniac, en pâturage et alimentation des ruminants en zones tropicales humide .pp :441-445.
- Demarquilly C., et Jarrige R. 1981.** Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages. In : Demarquilly C. (ed), Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. 41-59pp. Editions INRA. Paris.
- Demarquilly C., INRA, 1988.** La valeur nutritive des fourrages et leur rôle dans l'alimentation des ruminants. Co-edition Cemagref Institut de l'élevage Lavoisier Tec et Doc.
- Duru M., Hazard L., Jeangros B., Mosimann E. 2001.** Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité. "Nouveaux regards sur le pâturage".
- Gadoud R., (1992).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, collection INRA tome I.II. 427P.
- Gifford R.O., Jensen E.H., (1967).** Some effects of soil moisture regimes and bulk density on forage quality in the greenhouse. Agro. J., N° 59, pp 75 – 77.
- Giovanni R. 1988.** Valeur alimentaire des associations graminées/ trèfle blanc.
- Gueguen L., Lamande M., Meschy F.1988.**Nutrition minérale. In « Alimentation des bovins, ovins, caprins ».Ed. INRA, pp. 95-111.
- Guérin H., Lecomte P., Lhoste P., Meyer. 2002.** Généralités sur les ruminants In : Mémento de l'agronome. Cirad-Gret, p1691.
- Hadjigeorgio I.E., Gordon I.I., Milne J.A. 2003.** Comparative preference by sheep and goats for Gramineae forages varying in chemical composition. Anim. FeedSci. Technol. vol. 49: 147-156.
- Houmani M., Tisserand J.L., (1999).** Complémentation d'une paille de blé avec des blocs multi nutritionnels : effets sur la digestibilité de paille et intérêt pour des bovins laitiers et taries et agneaux en croissance Am zootech 48.1999 ; pp199-209.
- INRA, 1988.** Institut National de la Recherche Agronomique (France). Alimentation des bovins, ovins et caprins, éd INRA, Paris 476 p.
- IKARE, 2015.** Les différents modes de gestion des prairies. Fiche D11.
- INRA, 1984.** Alimentation des bovins. Edition ITEB 42, 43, pp 129-190.
- INRA, 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA Editions, Versailles.

**INRA, 1978.** Tableaux de la valeur nutritive des aliments. In Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications, route de Saint Cy, 78000 versailles, pp. 519-555.

**INRA, 1981.** Tables de prévision de la valeur alimentaire des fourrages. In : Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA Publications, route de Saint Cyr, 78000 Versailles, pp. 363-549.

**INRA, 2007.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Edition Quae

**Jarrige R., (1980).** Principe de la nutrition et de l'alimentation des ruminants. In Besoins alimentaires des animaux, valeur nutritive des aliments. 413 P.

**Jarrige R., (1988).** Alimentation des bovins, ovins, caprins, INRA. Paris. 426P.

**Jarrige R., Demarquilly C., Duphy J.P., (1973).** L'ingestibilité des fourrages : Ses variations et ses conséquences. Rapport présenté à la 5em assemblée générale de la fédération européenne des herbages.

**Lamand M., (1987).** Les besoins en oligo-éléments des ruminants. Bull.Tech. CRZV-INRA-1987. P113.

**Lapeyronie A., (1982).** Les productions fourragères méditerranéennes. Tome1. Généralités, caractères botaniques et biologiques. Ed. G.P. maison neuve et larousse, paris, 415p. Consulté Le 20/10/2017.

**Mathieu J. 1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Ed. École nationale des industries du lait et des viandes de la Roche -sur-Foron. Paris : Tec/Doc- 527 P.

**Meyer C., Denis J.P. 1999.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition CIRAD-envt, p 314.

**MétéoAlgérie.** Office national de la météorologie. Vigilance et prévisions météo en Algérie. [www.meteo.dz](http://www.meteo.dz)

**Mostefai S. 2017.** Estimation de la valeur nutritive des pâturages des prairies naturelles par la composition chimique dans la région de Yakouren dans la wilaya de Tizi-Ouzou.Mémoire de Master en sciences agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. P18-22.

**Mould F.L. 2003.** Predicting feed quality-chemical analysis and in vitro evaluation. Field Crops Research. Vol. 84: 31-44.

**Nefzaoui et Chermiti., (1991).** Valorisation de l'ingestion volontaire des ligno -cellulose chez les ruminants (cas des pailles, céréales). In. Options méditerranéennes, séries ruminant 1991, N° 16. p 61.

**Nozières M., Duphy J.P., Peyraud J.L., Poncet C., Baumont R. 2007.** "La valeur azotée des fourrages. Nouvelles estimations de la dégradabilité des protéines dans le rumen et de la

digestibilité réelle des protéines alimentaires dans l'intestin grêle : conséquences sur les valeurs PDI», INRA Prod. Anim., 20, 109-118.

**Ouarfli L. 2007.** Etude critique de l'alimentation des bovins laitiers dans la région d'Ouargla, Algérie. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie saharienne, département des sciences agronomiques. Université Kasdi Merbah (Ouargla). p 42.

**Paragon B.M. 1995.** « Sel, Minéraux et Alimentation des Ruminants ». Ed. De la compagnie des salins du Midi et des Salins de l'Est, 80p.

**Peyraud J.L., Delaby, Marques B., (1994).** Intérêt de l'introduction de luzerne déshydraté en substitution de l'ensilage de maïs dans les rations des vaches laitières, Ann Zootech, 1994 ; pp 91-104.

**Peyraud J.L., Dourmad J.Y., Lessiere M., Medal F., Peyronnet C. 2015.** Conséquences zootechniques de l'introduction des légumineuses françaises dans les systèmes de production animale. In : Les légumineuses pour des systèmes alimentaires et agricoles durables. Schneider A. et Huyghe C. (Eds.), Quae Editions , pp. 225-262.

**Poppi D.P., Hughes T.P., L'huillier P.J. 1987.** "Intake of pasture by grazing ruminants", Nicol AM. (Ed), Feeding livestock on pasture, Occas. Publ. N°10, N. Z. Soc. of An. Prod., 55-63. Cité par Delagarde et *al.*, (2001).

**Reiling B.A., Berger L.L., Faulkner D.B., Mas K00 eith F.K and Nash T.G.1995.** « Effect of prenatal androgenization on performance, lactation, carcass and sensory traits of heifers in a single-calf system », J. Anim. Sc., n° 73, 986-992.

**Rivière R., (1991).** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. Collection manuels et précis d'élevage, 3<sup>ème</sup> trimestre. 1991.

**Rivière R. 1978.** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. 2<sup>ème</sup> Edition, 527 pp.

**Soltner D., (1988).** Alimentation des animaux domestiques, 18<sup>ème</sup> édition.

**Soltner D., (1999).** Alimentation des animaux domestiques. Tome I : les principes de l'alimentation pour toutes les espèces. 21<sup>e</sup> édition. 21, 23, 27,63, 67, 69, 77, 91,95.

**Sprumont J. 2009.** Alimentation des bovins laitiers. AECF - Haïti, Mai. <http://www.codeart.org>.

Consulté le 7/3/2018.

**Thenard V., Mauries M., Trommens. Chlager T.M. (2001).** Effet de l'incorporation de luzerne des hydratée dans les rations complètes à base d'ensilage de maïs et d'herbe pour V.L. Renc. Rech. Ruminants. 2001. 8 p. 296.

- Trillaud-geyl C., (1999).** Le fourrage enrubanné, fiches techniques. Alimentation, station expérimentale des Horos. Chambret. Septembre 1999.
- Van Soest P.J., Martens D.R., Deinum B. 1978.** Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci., n° 47 pp 712 - 720.
- Vanbelle M., (1996).** Comment juger la qualité des fourrages : Des ensilages. Journées nationales des GTV. 22.23 et 24 Mai 1986. Pathologie et Nutrition. P57-74.
- Vansoest P.J., Wine R.H. 1967.** Use of detergent analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. Ass. Off. Anal. Chem. Vol. 50: 50-56.
- Vérité R., Michalet-Doreau B., Chapoutot P., Peyraud J.L. et Poncet C. 1987.** « Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (P.D.I) », Bulletin Technique CRZV Theix, INRA, n° 70, 19-34.
- Vermorel et al., 1987.** Prévission du système des unités fourragères. Bull, Tech, CRZV Theix, INRA, n°70, 1987.
- Vermorel M., Coulon J.B et Journet M., (1987).** « Révision du système des Unités Fourragères. », Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, n°70, 9-18.
- Vignau-Loustau et Huyghe C., (2008).** Strategies fourragères. Edition France Agricole: 96p.
- Vough L.R., Martin G.C., (1971).** Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of alfalfa forage. Agro J. N°63, pp 40 – 42. Cité par Semsar Sonya.
- Weeler B., (1998).** Guide d'alimentation des vaches laitières. Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales. Gouvernement de l'Ontario. Agdex 401/50 commande° 101F.
- Wilson J.R., (1981).** Environmental and nutrition factors affecting herbage quality, In, Nutrition limits to animal production from pasture. Ed. By J.B. Hacker Farnham Royal, commonwealth agricultural Bureaux, UK. pp 111 – 13.
- Wilson J.R., Fort C.W., (1971).** Temperature influences on the growth, digestibility and carbohydrate composition of two tropical grass, *Panicum maximum* var. *Trichoglume* and *Setaria sphacelata*, and two cultivars of the temperate grass *Lolium perenne*. Aust. J. Agric. Res., N°22 pp 563 – 571.
- Wolter R., (1992).** Alimentation de la vache laitière. 1er édition : Paris, France Agricole. 118P.
- Xandé J., Trujillo.G. 1985.** Equations prédictives de la composition chimique des fourrages In Thewis A., Bourbouze A. Compere R., Duplan J.M., Hardouin J., 2005.

**Yaakoub F. 2006.** Evaluation "in vitro" de la dégradation des principaux fourrages des zones arides. Mémoire de Magister en nutrition, faculté des sciences, département vétérinaire. Université El-Hadj Lakhdar Batna. P18-36

**Zirmi-Zembri N., Kadi S.A. 2016.** Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 1- Les fourrages naturels herbacés. *Livestock Research for Rural Development* 28 (8) 2016.

# Table de matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION.....1

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur l'alimentation des ruminants..... 2

1.1. Notion générale sur l'alimentation des ruminants ..... 2

1.1.1. Définition d'un aliment ..... 2

1.1.2. Les fourrage ..... 3

1.1.2.1. Les fourrages verts ..... 3

1.1.2.2. Les fourrages secs ..... 5

1.1.2.3. L'ensilage ..... 6

1.1.2.4. L'enrubannage des fourrages .....	7
1.1.3. Les concentrés .....	7
1.1.3.1. Les grains .....	7
1.1.3.2. Les tourteaux .....	8
1.1.4. Le rationnement .....	8
1.1.5. La digestion des aliments .....	10
1.2. Valeur alimentaire .....	12
1.2.1. La valeur nutritive .....	12
1.2.1.1. La valeur énergétique .....	12
1.2.1.2. La valeur azotée .....	14
1.2.1.3. La valeur minérale .....	15
1.2.2. La valeur nutritive de l'association graminées-légumineuses lors dupâturage .....	17
1.2.3. Facteurs de variation de l'ingestibilité des fourrages .....	18
1.2.3.1. Influence de la teneur en MS .....	18
1.2.3.2. Influence du stade de végétation .....	18
1.2.4. Les facteurs de variation de la valeur nutritive des fourrages .....	19
1.2.4.1. Influence de la famille botanique .....	19
1.2.4.2. Influence du stade de végétation .....	20
1.2.4.3. Influence des facteurs climatiques .....	21
1.2.5. Estimation de la valeur nutritive des fourrages .....	22
1.2.5.1. Méthodes chimiques .....	22
1.2.5.2. Méthodes physiques .....	23
1.2.5.3. Méthodes biologiques .....	23
1.3. Prairies et pâturage.....	24

1.3.1. Pâturage .....	24
1.3.2. Les différents types de pâturage .....	24
1.3.2.1. Le pâturage libre extensif .....	24
1.3.2.2. Le pâturage tournant par parcellement .....	25
1.3.2.3. Le pâturage rationné .....	25
1.3.2.4. Le pâturage continu intensif .....	25
1.3.3. Disponibilité de l'herbe .....	26
1.3.4. Valeur nutritive de l'herbe pâturée .....	27
1.3.5. Intérêt de la prairie et du pâturage .....	28
1.3.5.1. La biodiversité et les pâturages .....	29
1.3.5.2. Effets spécifiques du pâturage sur la diversité .....	29
1.3.5.3. Effets du pâturage sur l'ingestion .....	29

## Partie expérimental

Chapitre 2 : Matériels et Méthodes .....	31
2.1. Localisation géographique de la zone d'étude .....	31
2.2. Le climat .....	32
2.3. Le choix de la zone d'étude .....	32
2.4. Matériels et Méthodes .....	32
2.4.1. Matériels .....	32
2.4.1.1. Matériel végétal .....	32
2.4.1.2. Matériel requis .....	32
2.4.2. Méthodes .....	32
2.4.2.1. Echantillonnage .....	32
2.4.2.2. Analyses fourragères .....	33
2.5. Collecte de données .....	34
2.6. Le choix des données .....	34
2.6.1. Les critères d'inclusion .....	34
2.6.2. Les critères d'exclusion .....	34
2.7. Présentation des données .....	34
2.7.1. Zones d'études et espèces étudiées .....	35

2.8. Présentation des articles .....	36
Chapitre 3 : Résultats et discussion .....	39
3.1.Résultats .....	39
3.2. Discussion générale .....	40
Conclusion .....	41
Références bibliographiques.	