



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département Agronomique

Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de master

Filière : Sciences agronomiques

Option : Ressources animales en zones de montagne

Thème

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.

Présenté par :

M^{elle} MOSTEFAI Sonia.

Devant le jury :

Président: M^r AMRANE R. Maitres de conférences classe A UMMTO

Promotrice : M^{me} ABBAD M. Maitre assistante classe A UMMTO

Examinatrice : M^{me} BENATMANE F. Maitre de conférences classe B UMMTO

Promotion : 2016/2017

Remerciements

Gloire à lui qui nous a permis d'accomplir ce modeste travail

Au terme de ce travail, je tiens avant tout, à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à Madame **ABBAD M.**, Maître assistante, chargée de cours au département d'agronomie, pour m'avoir soutenue et orientée tout au long de ce travail, et sa présence quotidienne dans le laboratoire et ses conseils scientifiques m'ont été d'une grande utilité pour mener à terme ce présent travail, qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère gratitude pour avoir fait partager sa grande expérience scientifique et sa compréhension.

Je remercie vivement : **Mr AMRANE R.** Maître de conférences, qui ma fait l'honneur de faire présider ce jury et d'examiner ce modeste travail, de bien vouloir trouver ici l'assurance de ma profonde gratitude.

Et aussi **Mme BENATMANE F.** membre du jury, d'être intéressés à ce sujet et d'avoir accepté d'examiner et juger le présent travail, veuillez trouver ici l'expression de mon grand respect et de ma profonde et parfaite gratitude.

Je vous remercie non seulement au titre de ce mémoire, mais aussi au titre des années de formation au sein de département d'agronomie.

Qu'il me soit permis de remercier l'éleveur de Yakouren Ait Hamza pour avoir accepté de travailler dans son exploitation

Et j'adresse également ma profonde gratitude à l'annexe de l'INRA de BARAKI ainsi que les personnels techniques de cet institut.

Dédicaces

A mes chers parents, pour m'avoir soutenu tout au long de ma formation pour l'accomplissement de mon rêve. Merci d'avoir toujours été là, même dans les moments difficiles et merci pour votre soutien et votre patience.

A mes grands parents, qui sont toujours là pour moi, et je vous souhaite une longue vie

A mes deux uniques sœurs Wardia et Alicia, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour, et l'affection que je porte pour vous.

A mes Oncles surtout oncle Ghilas et Chabane, a mes Tantes, a vous tous, vos conseils et vos encouragements, ce travail n'aura pas vu ce jour.

Sommaire

Introduction générale

I. Partie bibliographique

1. Composition morphologique et chimique des graminées et légumineuses fourragères

1.1. Composition morphologique

1.2. Composition chimique

1.2.1. Les constituants pariétaux

1.2.1.1. La cellulose

1.2.1.2. Les hémicelluloses

1.2.1.3. Les substances pectiques

1.2.1.4. La lignine

2. L'analyse fourragère

3. La valeur nutritive de l'herbe pâturée

3.1. La valeur énergétique

3.2. La valeur azotée

3.3. La valeur minérale

4. La valeur nutritive de L'associations graminées-légumineuses lors du pâturage

5. L'ingestibilité des graminées et des légumineuses sur pied

5.1. Les facteurs de variation de l'ingestibilité des fourrages

5.1.1. Influence de la teneur en MS

5.1.2. Influence du cycle de croissance et l'âge ou stade de

végétation

6- Les facteurs de variation de la valeur nutritive des fourrages

6.1. Facteurs de variation de la valeur énergétique et de la valeur azotée

6.1.1. Influence de la famille botanique

6.1.2. Influence de l'espèce et de la variété

6.1.3. Influence du stade de végétation et du numéro du cycle

6.1.4. Influence de l'âge et de la nature de l'organe de la plante

6.1.5. Influence des facteurs climatiques

6.1.5.1. La lumière

6.1.5.2. La pluviométrie

6.1.5.3. La température

7. Particularité de la digestion chez les ruminants

7.1. Adaptation à l'utilisation des fibres et de l'azote non protéique

7.2. Rôle des microorganismes

II. Matériels et méthodes

1. Objectif du travail

2. Localisation géographique de la zone d'étude

3. Le climat

4. Le choix de la zone d'étude

5. Déroulement de l'expérimentation

I. Matériels

I.1. Les parcelles utilisées

I.2. L'herbomètre à plateau

I.3. Le matériel utilisé au laboratoire

I.4. Appareillage

II. Méthode

II.1. Les observations sur les parcelles

II.2. Les mesures et les prélèvements

II.2.1. Les hauteurs d'herbe

II.2.2. La proportion de graminées et de légumineuses

II.2.3. Les prélèvements d'herbe

II.2.4. La croissance journalière moyenne de l'herbe

II.2.5. Préparation des échantillons pour analyse

II.2.6. Les analyses chimiques

II.2.6.1. la matière sèche (MS)

II.2.6.2. Les matières minérales ou cendres (MM)

II.2.6.3. La cellulose brute (CB)

II.2.6.4. Dosage des matières azotées totales (MAT)

II.3. Analyses statistiques

III. Résultats et discussion

1. Présentation des résultats

1.1. Composition chimique de l'herbe pâturée

1.1.1. Teneur en MS de l'herbe

1.1.2. Teneur en matières azotées totale

1.1.3. La teneur en CB

1.2. La digestibilité de la matière organique

1.3. Valeur énergétique et azotée de l'herbe de pâturage

1.3.1. Valeur énergétique

1.3.2. Valeur azotée

2. Discussion générale

2.2. Valeurs énergétiques et azotées

3. Conclusion générale

Annexe

Lexiques

Liste des figures

- Figure n°1 : évolution de la valeur énergétique et azotée en fonction du stade de développement de la plante.....
- Figure n°2 : Relations entre la digestibilité de la matière organique (dMO) ou l'ingestibilité des fourrages verts et leurs teneurs en parois végétales totales (a,c).....
- Figure n°3 :** relation de l'ingestibilité du Ray-grass anglais vert, au cours du 1^{er} cycle de végétation
- Figure n°4 :** La localisation de la région de Yakouren.....
- Figure n°5 :** les quadras de 1 m² délimité par des barres de fer et du grillage (photo originale 2017).....
- Figure n°6 :** les quadras de 1 m² délimité par des barres de fer et du grillage (photo originale 2017).....
- Figure n°7 :** le broyeur d'échantillons
- Figure n°8 :** La dessiccation des échantillons dans une étuve à 105°C (1), et refroidissement rapide des échantillons après étuvage dans un dessiccateur (2)
- Figure n°9 :** Four à moufle : Incinération des échantillons.....
- Figure n°10 :** distillation de l'azote ammoniacal dans l'acide borique à l'aide d'un distillateur...
- Figure n°11 :** Evolution de la teneur en N (% MV) des fourrages étudiés pendant le 1^{er} cycle du pâturage.....
- Figure n°12 :** Evolution de la teneur en MAT (% MS) des échantillons analysés au cours du 1^{er} cycle de pâturage.....
- Figure n°13 :** Evolution des MAT des graminées + légumineuses pendant le 1^{er} cycle.....
- Figure n°14 :** Teneur en CB (% MS) des échantillons récoltés pendant le 1^{er} cycle de pâturage
- Figure n°15 :** Evolution de la CB durant le 1^{er} cycle végétatif d'association G + L.....
- Figure n°16 :** Evolution de la CB durant le 1^{er} cycle végétatif d'association G + L.....
- Figure n°17 :** évolution de la digestibilité de la MO (%) des échantillons pendant 1^{er} cycle de pâturage.....
- Figure n°18 :** Liaison entre la digestibilité de la MO et l'âge (1^{er} cycle) pour les G + L.....
- Figure n°19 :** Liaison entre la digestibilité de la MO et la CB pour l'herbe pâturée.....

- Figure n°20** : Liaison entre la d.MO et la CB pour l'association G + L.....
- Figure n°21** : La relation entre la digestibilité de NDF et CB et les MAT de l'herbe pâturée.....
- Figure n°22** : la composition botanique en moyenne des parcelles étudiées.....

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Evolution de composition morphologique d'une graminée fourragère, le dactyle, au cours du premier cycle de croissance.....

Tableau 2 : Evolution de composition morphologique et de production au long du premier cycle reproducteur de la luzerne.....

Tableau n°3 : Teneur en matière sèche du fourrage vert sur pied en fonction du stage physiologique au 1^{er} cycle de végétation (en g MS/kg de fourrage vert).....

Tableau 4 : 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.....

Tableau n°5: 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.....

Tableau n° 6 : Composition chimique et digestibilité de la matière organique et des NDF (%) de l'herbe prélevée au cours du 1^{er} cycle de la saison de pâturage.

Tableau n°07: Valeur nutritive des échantillons prélevés au cours du 1^{er} cycle de la saison de pâturage.....

Tableau n°8 : relation entre la digestibilité de la MO (% MS) et les UFL exprimé en (g/kg de MS).

Tableau n°9 : La valeur moyenne énergétique et azotée des échantillons analysés.....

Tableau n°10 : Les moyennes de la composition chimique et digestibilité et valeur nutritive des fourrages verts étudiés (en %).....

Liste des abréviations

AFPF : Association française pour la production fourragère

Ca : Calcium

CB : Cellulose brute

CV : Coefficient de variation

d.MO : Digestibilité de la matière organique

d.NDF: Digestibilité du Neutral Détergent Fiber

dr : Dégradabilité réelle

DT : Dégradabilité théorique

GMQ : Gain moyen quotidien (en poids) exprimant la vitesse de croissance

INRA : Institut national de la recherche agronomique

ITELV : Institut technique des élevages

MAT: Matières protéiques ou matières azotées totales

MM: Matière minérale

MS: Matière sèche

MV: Matière verte

P: Phosphore

PDI : Protéine digestible dans l'intestin

PDIE: Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie disponible

PDIM : Protéines digestible dans l'intestin d'origine microbienne

UEB : Unités d'Encombrement pour les bovins

UEL : Unités d'Encombrement pour les vaches laitières

UEM : Unités d'encombrement pour les ovins

UF : Unités fourragères

UFL : Unité fourragère lait

UFV : Unité fourragère viande

Introduction

Introduction générale

La couverture des besoins des animaux au pâturage nécessite une bonne connaissance de la valeur alimentaire des fourrages naturels; principale source d'alimentation des animaux. Or sur ce point, peu de travaux suivis ont été menés jusqu'à présent en Algérie, ce qui nous oblige à recourir de façon systématique à des tables étrangères (telles que les INRA, 1978, 1981, 1988, ainsi que les tables Leroy, 1952) pour le rationnement.

Des travaux sur la valeur alimentaire ont été réalisés à l'ITELV dans les années 70 sur certains fourrages. La valeur alimentaire est non réactualisée sur les nouvelles données concernant l'expression des besoins des animaux UFL, UFV, et PDI ainsi que, plusieurs mémoires d'ingénieurs et des magisters réalisés dans les différents instituts nationaux.

Les conditions pédoclimatiques et les pratiques de conduite influencent la composition floristique et le rendement des prairies permanentes. Elles peuvent aussi influencer leur valeur alimentaire.

Claude, 1989, donnait un cadre aux objectifs de l'exploitation des fourrages par pâturage : « Offrir à volonté une herbe de valeur élevée en favorisant la pousse de l'herbe et en assurant la consommation de l'herbe produite avec recherche de production individuelle élevée, de production à l'hectare élevée, de l'utilisation du minimum d'aliments concentrés » (**Huyghe et al, 2008**).

Dans le but de valoriser les ressources phylogénétiques en Algérie, la connaissance des espèces à intérêt fourrager et pastoral doit être une préoccupation essentielle. C'est pour cette raison, que nous nous sommes proposés de déterminer la composition morphologique et chimique, la digestibilité, les valeurs énergétiques et azotées, l'ingestibilité d'un fourrage naturel composé de graminées poussant à l'état spontané.

De ce fait, il est nécessaire de réunir les informations disponibles à l'élaboration d'une table de valeur alimentaire propre aux fourrages Algériens.

Notre présent travail a pour objectif de déterminer la valeur nutritive des fourrages naturels d'une région montagneuse de la Kabylie, notamment le fourrage pouvant être utilisé dans l'alimentation des ruminants sous forme de pâturage.

Cette approche constitue une des premières contributions en termes de détermination de la valeur nutritive de l'herbe pâturée, des graminées pures et des légumineuses qui prospèrent dans la localité de Yakouren, pour ce faire, nous avons réparti notre travail en trois parties :

* Une théorique où nous avons essayé de rapporter des données permettant la reconnaissance de la valeur nutritive de l'herbe pâturée

* la deuxième partie est consacrée à la méthodologie utilisées dans le cadre de notre étude ;

* Une pratique, dans laquelle nous avons déterminés la valeur nutritive des fourrages pâturés par les vaches laitières dans les parcelles étudiées dans la commune de Yakouren située à 46 Km à l'est de Tizi-Ouzou. Ce travail est rassemblée dans l'objectif de faciliter d'éventuels futurs travaux ;

* dans la troisième partie, nous présentons les différents résultats auxquels nous avons aboutit à la fin de nos travaux et leurs discussion ;

Chapitre I

Partie

bibliographique

Deuxième partie : partie bibliographique

1. Composition morphologique et chimique des graminées et légumineuses fourragères

D'un point de vue nutritionnel, une plante fourragère est caractérisée par sa valeur nutritive (valeur énergétique, valeur azotée....) et par son ingestibilité qui est la quantité volontairement ingérée par le ruminant recevant ce fourrage à volonté comme seul aliment. Ces deux paramètres, qui sont étroitement liés, dépendent en premier lieu de la composition morphologique et de la composition chimique de la plante (**Demarquilly et Andrieu, 1988**).

1.1. Composition morphologique

Une plante fourragère peut se décomposer en différents organes ;

- **pour les graminées comme le dactyle**, les auteurs distinguent :
Limbes, tiges+gainnes, épis (à partir de l'épiaison) et débris qui sont les parties mortes, essentiellement les limbes de la base des tiges (**tableau 1**) ;
- **pour les légumineuses comme le trèfle blanc et la luzerne (tableau 2)** :
feuilles avec leur pétiole, tige, fleurs et débris (**Demarquilly et al., 1988 et L.Vignau-L et C. Huyghe, 2008**).

Tableau n°1 : Evolution de composition morphologique d'une graminée fourragère, le dactyle, au cours du premier cycle de croissance (**Vignau-L et C. Huyghe, 2008**).

Stade de développement du 1 ^{er} cycle	Hauteur (en cm)		Composition morphologique (en % de la MS)			Teneur en MS (en %)
	De la plante	De l'épi	Limbes	Epis	Tiges + graines	
Feuillu	35	7	61	0	27	16
1 semaine Avant épiaison	40	15	54	0	33	17
Début épiaison	50	30	41	6	45	17
Epiaison	55	40	35	8	49	-
Floraison	100	90	18	15	53	-

Tableau 2 : Evolution de composition morphologique et de production au long du premier cycle reproducteur de la luzerne (L.Vignau-L et C. Huyghe, 2008).

Stade de développement du premier cycle	Hauteur (en cm)	Production de biomasse (en t/ha)	Composition morphologique (en % de la MS)			Teneur En MS (en %)
			feuilles	Fleurs	Tiges	
Végétatif	30	2,0	56	0	41	15
Végétatif	40	4,9	44	0	54	16
Début de bourgeonnement	75	5,2	38	0	59	17
Bourgeonnement	85	5,4	34	0	63	18
Début floraison	95	6,0	33	0,3	64	20
floraison	110	6,2	30	1,1	65	22

L'évolution de la composition morphologique décrit la plante de manière externe. Elle ne peut avoir d'utilité comme indicateur de valeur alimentaire d'une plante que s'il existe un bon niveau de corrélation avec l'évolution de la composition chimique. En effet, les feuilles et les tiges sont dégradées lors de la digestion, les produits qui en découlent sont disponibles pour le métabolisme cellulaire de l'animal. (Vignau-Loustau et Huyghe, 2008).

Selon Demarquilly et Jarrige (1973), la composition morphologique des légumineuses change moins vite que celle des graminées au cours du 1^{er} cycle de végétation car les légumineuses gardent plus longtemps leurs feuilles, alors que la proportion de feuilles diminue régulièrement au cours du cycle pour les graminées.

Ce changement dans la composition morphologique à un effet direct sur la composition chimique, la digestibilité et l'ingestibilité des fourrages. Les feuilles sont plus riches en constituants cellulaires et plus pauvres en constituant pariétaux que les tiges, et leurs composition chimiques évoluent moins vite avec l'âge (Demarquilly et al., 1988).

1.2. Composition chimique

La composition chimique est une donnée essentielle de la connaissance des plantes, elle conditionne leur valeur nutritionnelle et leur ingestibilité par les animaux. Cette connaissance est également indispensable quand on traite des processus de récolte et de conservation des fourrages (Vignau-Loustau et al., 2008 ; Delaby et al., 2013).

La composition chimique joue un rôle moteur de la nutrition des animaux, il est donc essentiel de connaître la composition chimique des plantes et son évolution tout au long de leur cycle de vie (Delaby et al., 2013).

Ainsi, les constituants chimiques des plantes fourragères se divisent en deux catégories (Demarquilly et al., 1988);

✓ **les constituants intracellulaires ou contenu cellulaire** dont la digestibilité chez le ruminant est totale (sucres, fructosanes...) ou très élevée (lipides, matières azotées...). Le contenu cellulaire comprend aussi l'essentiel des minéraux et des vitamines ;

✓ **les parois cellulaires** dont les deux constituants essentiels, la cellulose et les hémicelluloses, ont une digestibilité qui diminue au fur à mesure qu'elles se lignifient avec le vieillissement de la plante (Jarrige, 1981).

Le premier élément important de la composition d'un fourrage est la teneur en MS. Cette teneur va être importante d'une part au pâturage et d'autre part dans les pratiques destinées à la conservation (foin et ensilage).

Les teneurs en matière sèche des fourrages verts au 1^{er} cycle, sont données dans le tableau n°3.

Tableau n°3 : Teneur en matière sèche du fourrage vert sur pied en fonction du stage physiologique au 1^{er} cycle de végétation (en g MS/kg de fourrage vert) (INRA, 1978).

Graminées	Fin montaison	Début épiaison	Epiaison	Floraison
Prairie permanente de plaine	155	172	202	192
Prairie permanente de semi-montagne	167	162	204	192
Brome	171	176	180	236
Dactyle	161	163	167	227
Fétuque élevée	192	195	209	230
Ray-grass anglais 2n	157	164	165	197
Ray-grass d'Italie 2n	164	165	178	275
Légumineuses		Début bourgeonnement	Bourgeonnement	Floraison
Luzerne		162	176	217
Trèfle violet		128	143	280
Céréales plantes entières		Stade laiteux	Stade pâteux	Stade Vitreux- pâteux
Avoine		318	383	/
Blé		347	368	/
Mais		229	273	321

1.2.1. Les constituants pariétaux

La paroi cellulaire représente 15 à 90 % de la matière sèche des aliments (15 à 45 % pour les concentrés, 30 à 80 % pour les fourrages, 60 à 90 % pour les pailles) (**Sauvant, 1988**). Elle est constituée essentiellement de polymères de nature glucidique comme la cellulose et les hémicelluloses ou dérivés d'unités phénylpropanoïques : la lignine. Elle est constituée également de substances pectiques, de matières azotées et de silice en faibles quantités.

1.2.1.1. La cellulose

La cellulose est le constituant structural le plus abondant. Elle représente en moyenne 32 à 47 % du poids sec du fourrage. C'est un homopolysaccharide constitué de longues chaînes linéaires de 1-4 glucose, associées aux microfibrilles qui conduisent à la formation des fibres dont certaines zones ont une forte cristallinité. Son degré de polymérisation est élevé et peut être de l'ordre de 10 à 15000 unités (**Giger, 1987**).

Les principales propriétés de la cellulose sont associées à sa haute résistance vis-à-vis des agents de dégradation chimique et biologique. De ce fait, il faut avoir recours aux acides sulfurique ou phosphorique très concentrés pour l'hydrolyser complètement (**Jarrige, 1981**).

La cellulose est entièrement digestible et est la source principale d'énergie pour les micro-organismes du rumen, pour autant que l'action cellulolytique de celle-ci ne soit pas entravée par la présence de lignine encastrée dans la cellulose.

1.2.1.2. Les hémicelluloses

Les hémicelluloses contrairement à la cellulose, sont des hétéro-polymères amorphes composés d'hexoses (glucose, mannose, galactose) (**Bailey, 1973**). Elles sont solubles dans des bases et hydrolysables par les acides dilués à chaud en oses et acides uroniques (Brunel et Pan, 1949). Cependant, la solubilité dépend aussi du degré de liaison des hémicelluloses avec la cellulose et la lignine (Norman, 1935).

Les hémicelluloses constituent 10 % à 25 % de la matière sèche des fourrages et des sous-produits agro-industriels (sons, tourteaux, téguments et pulpes) et de 2 % à 12 % environ de la matière sèche des graines et des racines (Giger, 1987). Les hémicelluloses ne sont que partiellement digestibles.

1.2.1.3. Les substances pectiques

Les substances pectiques sont des polysaccharides amorphes qui jouent un rôle de ciment intracellulaire. Elles peuvent être extraites par l'eau bouillante, acide dilué à froid ou par des solutions bouillantes contenant des agents chélatants comme l'oxalate d'ammonium ou l'EDTA (Bailey, 1973). Les substances pectiques sont en proportions plus importantes dans

les fruits et dans les feuilles (Bailey, 1973), elles représentent 6 % à 7 % de la matière sèche des légumineuses en vert mais seulement 2 % chez les graminées (Jarrige, 1981).

1.2.1.4. La lignine

La lignine est un hétéro polymère phénolique dérivée de trois alcools à noyau phénylpropanoïque (l'alcool picunorylique, l'alcool coniferyque et l'alcool synapylique (Harkin, 1973; Mones, 1980). Sa caractéristique principale est sa résistance à la plupart des agents chimiques.

La lignine est présente en faible quantité dans la plupart des aliments concentrés et des fourrages jeunes (moins de 5 %), sa teneur croît avec l'âge et peut atteindre 12 % (Giger, 1987).

Du point de vue nutritionnel, la lignine en plus de son indigestibilité elle rend par un effet barrière, la cellulose et les hémicelluloses en partie indigestible.

2. *L'analyse fourragère*

L'analyse fourragère consiste à mesurer un certain nombre d'éléments tels que :

La teneur en matière sèche (MS), la teneur en matière minérale (MM) ou en cendres, qui ne sert qu'à évaluer, par différence avec la matière sèche, la matière organique contenue dans un fourrage, et n'a pas de signification pour raisonner l'alimentation minérale, la teneur en matières azotées totales (MAT), la teneur en cellulose brute (CB) et la digestibilité de la matière organique (d.MO) (Sauvant, 1988).

A partir d'équations de prédiction proposées par l'INRA (1978 et révision en 1988) ainsi que celles données par l'INRA (2007) et révision en 2010) rassemblées dans le logiciel Privalim (proposé en 1999 et mis en ligne 2014), ces différents dosages serviront à estimer la valeur alimentaire d'un fourrage : énergie (UFL, UFV), protéines (PDIA, PDIE, PDIN), et ingestibilité (UEB, UEL, UEM).

3. *La valeur nutritive de l'herbe pâturée*

La valeur alimentaire de l'herbe au pâturage dépend, comme celle de tous les fourrages, de l'ingestibilité et de la valeur nutritive (Demarquilly, 1981 ; Demarquilly et al., 1988). 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.

3.1. 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 (figure n°1).

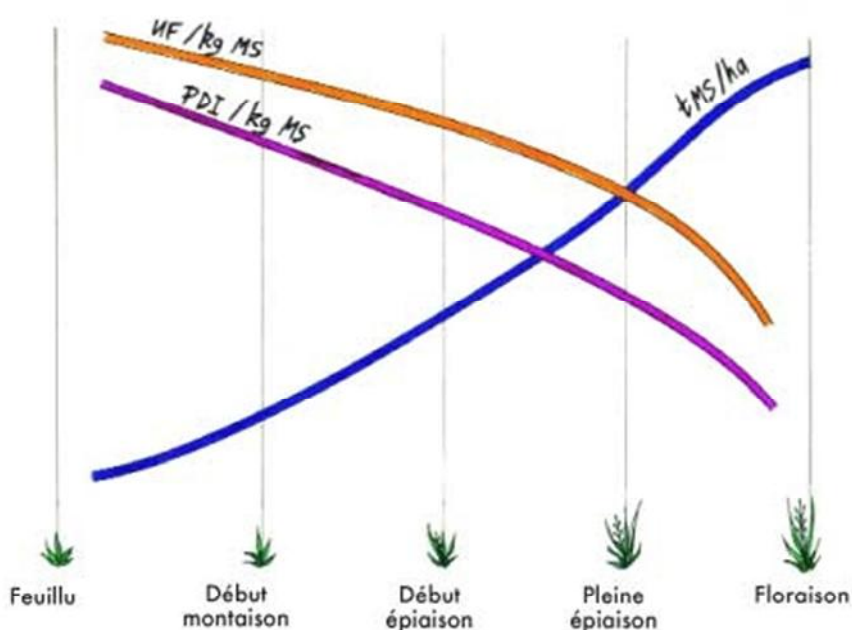


Figure n°1 : évolution de la valeur énergétique et azotée en fonction de stade de développement de la plante.

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 (figure n°2). En définitive, quelque soit le type de fourrage (graminées ou légumineuses), lorsque la teneur

en parois indigestibles augmente, la valeur énergétique diminue de même que la digestibilité de la matière organique (Baumont et *al.* 2007 ; figure n°2).

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

Figure n°2 : Relations entre la digestibilité de la matière organique (dMO) ou l'ingestibilité des fourrages verts et leurs teneurs en parois végétales totales (a, c) (Baumont et *al.* 2007).

La digestibilité de la matière organique (d.MO) représente le principal facteur de variation de la valeur énergétique d'un fourrage, elle dépend essentiellement de la teneur et de la digestibilité des parois cellulaires (Demarquilly et Andrieu, 1988 ; 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 castrés 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^{er} 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 TILLEY et *al.* (1963), ou sachets nylons suspendus dans le rumen) et les méthodes enzymatiques (utilisation d'enzymes cellulosiques « cellulases » (AUFRERE, 1982).

3.2. 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 absorbés 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 (VERITE et *al.*, 1988) :


-  l'azote dégradable (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 $PDIE = PDIA + PDIME$.

Chaque fourrage est donc caractérisé par deux valeurs : PDIN et PDIE. Ces valeurs, exprimées en gramme, sont prédites à partir d'équations, qui reposent sur la connaissance de quatre composants de fourrage : la teneur en matières azotées totales, leur dégradabilité théorique en sachet (DT), la digestibilité réelle dans l'intestin des protéines alimentaires non dégradées (dr) et la teneur en matière organique fermentescible (MOF), elle-même dérivée de la teneur en matière organique digestible et de la composition chimique (VERITE et *al.*, 1988).

Ainsi, 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.

3.3. La valeur minérale

A l'inverse des UF et des PDI, qui ne se mesurent pas en laboratoire, 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 macro-éléments : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium, le chlore, le soufre. Leur 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 oligo-éléments ; 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 (L.Vignau-Loustau et C. Huyghe, 2008) (tableau n°4).

Tableau 4 : 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 Tables **INRA (2007)**).

	P		Ca	
	Total	Absorbable	Total	Absorbable
Prairies permanentes Plaine 1 ^{er} 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 ^{er} cycle				
Stade pâturage	2,7	1.9	5.1	1.8
Stade début épiaison	2,4	1.7	4.8	1.7
RGI non alternaf 1 ^{er} cycle				
Stade feuillu	3,4	2.0	4.8	1.9
Stade début épiaison	2,7	1.6	4.3	1.7
Luzerne 1 ^{er} cycle				
Stade bourgeonnement	27	1.9	16.1	4.8
Stade floraison	2.7	1.9	16.1	4.8

4. La valeur nutritive de L'associations 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 et 1990 ; Baumont et *al.*, 2016 ; cf. Tables INRA, BAUMONT et *al.*, 2007):

- ✓ Une teneur en matière sèche inférieure à celle des graminées pur quelque 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 à 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 pour les 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).

5. L'ingestibilité des graminées et des légumineuses sur pied

Les fourrages des pays tempérés ne contenant pas de constituants « amers » (facteurs d'inappétence), leur ingestibilité dépend, en gros, des mêmes critères que ceux qui conditionnent la digestibilité, puisqu'elle varie en sens inverse de l'effet d'encombrement qu'exerce le fourrage dans le rumen (Demarquilly, 1988).

Les constituants intracellulaires étant très rapidement digérés, cet encombrement résulte surtout des tissus lignifiés qui ne peuvent quitter le rumen qu'après avoir été réduits, sous l'action de rumination aidée de la dégradation microbienne, en particules suffisamment petites pour passer dans le feuillet. L'effet d'encombrement augmente donc quand le fourrage devient plus riche en parois cellulaires, elles mêmes moins digestibles, plus lentement dégradées et réduites en petites particules parce que plus lignifiées (Demarquilly, 1988).

Au cours du 1^{er} cycle de végétation, l'ingestibilité diminue donc rapidement (figure n°3), en même temps que la digestibilité. En traçant pour chaque espèce une courbe

d'évolution de son ingestibilité en fonction de son âge, on constate que les différences les plus importantes entre espèces végétales sont observées dans les 15 jours, situés de part et d'autre du début de l'épiaison et que les légumineuses sont ingérées en plus grande quantité que les graminées ; les différences s'accroissent quand les plantes vieillissent et deviennent moins digestibles (demarquilly, 1988).

Figure n°3 : relation de l'ingestibilité du Ray-grass anglais vert, au cours du 1^{er} cycle de végétation (INRA, 1988)

5.1. Les facteurs de variation de l'ingestibilité des fourrages

5.1.1. 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 culvées . Cependant, DEMARQUILLY (1981) observe corrélativement des liaisons négatives entre l'ingestibilité et les critères pariétaux.

5.1.2. Influence du cycle de croissance et l'âge ou 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; Demarquilly et Weiss, 1992). 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 celluloseux 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 1^{er} cycle (Jarrige, Demarquilly et Dulphy, 1973 et Demarquilly et Andrieu, 1992).

Selon Demarquilly et al, (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).

6- 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)

6.1. Facteurs de variation de la valeur énergétique et de la valeur azotée

6.1.1. 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 (tableau 4). (Demarquilly et Andrieu, 1988)

Plusieurs auteurs (Jarrigre, 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.

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, (Demarquilly, 1969 ; Andrieu et Weiss, 1981 et demarquilly, 1988)

Tableau n°5: 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 (Demarquilly et Andrieu, 1988).

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

6.1.2. Influence de l'espèce et de la variété

Entre les espèces d'une même famille, des différences de valeur nutritive et de digestibilité existent. Au stade équivalent Demarquilly, (1969) et (1988) affirme que la digestibilité varie d'une espèce à une autre : Ray-grass, le brome, le trèfle blanc sont nettement plus digestibles que le dactyle ou la fétuque élevée ; de même le trèfle violet est nettement plus digestible que la luzerne car seules les feuilles sont accessibles pour la consommation des animaux.

Cependant, la luzerne est plus riche en matière azotée que le trèfle violet et le dactyle est plus riche que le ray-grass (Demarquilly, 1988).

En ce qui concerne les teneurs en lignine et en hémicellulose Morrison, (1980) affirme qu'elles tendent à être plus grandes chez le dactyle et la fléole des prés que chez le ray-grass hybride.

Chez les légumineuses Lapeyronie (1982) a montré que le sainfoin est deux fois moins riche en calcium que la luzerne ou le trèfle. Des différences de digestibilité entre variété à l'intérieur d'une même espèce sont faibles (Demarquilly et Andrieu, 1988 ; 1992).

6.1.3. Influence du stade de végétation et du numéro du cycle

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 (Bourenner las, 1979). Jarrige, (1988), constate une modification de la composition chimique durant les différents stades de développement des plantes.

Selon Demarquilly (1973), la digestibilité des graminées qui vaut 79 % au stade montaison diminue jusqu'à 63 % au stade floraison pour le Ray-grass d'Italie.

Il est aussi démontré que la digestibilité diminue avec l'âge de la plante (Jarrige et *al.*, 1973 ; Demarquilly, 1981 ; 1988 ; 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).

Selon Demarquilly et *al.* (1988), en condition de pâturage, il est principalement nécessaire de maîtriser la montée en épis des graminées au printemps. Quelle que soit l'espèce végétale, on constate une diminution de la digestibilité au cours des différents cycles de pâturage.

6.1.4. Influence de l'âge et de la nature de l'organe de la plante

Les fourrages verts au cours de leur évolution subissent des variations qualitatives qui sont étroitement liées à la morphologie de la plante.

La composition des feuilles de légumineuse et à un degré moindre, celle des limbes de graminées, évalue beaucoup moins vite que celle des tiges, chez lesquelles la teneur en parois cellulaires augmente rapidement au détriment de la teneur en constituants intracellulaires (Lapeyronie, 1982 et Demarquilly et Jarrige, 1988). Les feuilles et les limbes sont donc plus digestibles que les tiges, de sorte que la digestibilité de la plante est étroitement liée à la proportion de feuilles ou de limbes (Demarquilly et *al.* 1988).

Signalons aussi que, pour une plante à un stade donnée, la teneur en matière azotée des feuilles et surtout de la tige augmente de bas en haut de la plante, la proportion respective de feuilles et de tiges conditionne aussi la nature des matières azotées (Demarquilly, 1986).

En conclusion, nous retiendrons que la digestibilité est étroitement liée au rapport feuilles sur tiges. Elle diminue, quand la proportion de feuilles diminue. Ainsi, lorsqu'un fourrage vieillit, la production de feuilles diminue et la production de tiges augmente : la teneur en fibres (constituants des parois cellulaires) du fourrage augmente avec son âge.

Pour offrir un fourrage de qualité aux animaux : privilégier un fourrage jeune avec une proportion importante de feuilles et une proportion faible de tiges.

6.1.5. 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.*, 1908 ; Minson et McLeod, 1970).

6.1.5.1. 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 (Deinum et Dirven, 1972).

6.1.5.2. La pluviométrie

Un déficit hydrique modéré ralentit la croissance et le développement de la plante (Vough et Marn , 1971 ; Van Soest et *al.* 1978 ; Wilson, 1981), mais il entraîne généralement une augmentation des teneurs en matière azotées, particulièrement chez la luzerne (Giord et Jensen, 1967).

6.1.5.3. 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.

Si les graminées sont récoltées trop tardivement après l'épiaison, la quantité de sucres solubles sera faible puisqu'elle diminue avec l'avancement en maturité et ceci, sans tenir compte de l'effet de la température.

En revanche, 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), car des températures élevées stimulent la lignification des tissus de soutien (Deinum et Driven, 1975).

Par contre, les températures près du point de congélation font augmenter les sucres de façons spectaculaires (Berthiaume et al. 1998).

7. Particularité de la digestion chez les ruminants

Le phénomène de la digestion, chez les ruminants, diffère considérablement de ceux des autres espèces animales du fait :

- ✓ de la présence d'un estomac très vaste constitué de plusieurs réservoirs ayant chacun une fonction propre, d'où la qualification de poly gastrique donnée aux ruminants ;
- ✓ de l'existence dans ces compartiments d'une microflore abondante qui joue un rôle essentiel dans la digestion.

7.1. Adaptation à l'utilisation des fibres et de l'azote non protéique

La fibre est le composant principal des tiges végétales; c'est une structure rigide qui joue un rôle important dans la croissance et la protection contre les prédateurs des végétaux. Certains sucres tels que la cellulose et les hémicelluloses sont emprisonnés dans la paroi cellulaire végétale. Ces sucres sont inaccessibles aux animaux non-ruminants, mais ils peuvent être utilisés par les ruminants. La population microbienne qui vit dans le réseau et le rumen permet aux ruminants d'extraire de l'énergie de la fibre.

Les ruminants peuvent utiliser d'autres sources d'azote non protéique (ANP). L'ammoniac ou l'urée, par exemple, est utilisé par les bactéries du rumen pour synthétiser les acides aminés et leurs propres protéines. Ces protéines bactériennes sont ensuite digérées dans l'intestin et elles fournissent la majorité des acides aminés dont les animaux ont besoin (Vidjannagni, 2007).

7.2. Rôle des microorganismes

L'utilisation des fourrages par les ruminants dépend de la digestion fermentative microbienne. (Leng, 1993). Wolter (1997) dira à ce titre qu'« alimenter un ruminant c'est d'abord nourrir une microflore. ». Cette microflore, composée d'agents anaérobies (bactéries, protozoaires, champignons) qui décomposent les fibres, les sucres, les amidons et les protéines dans la panse possède deux rôles : un rôle digestif et un rôle de synthèse. En effet, l'animal fournit des aliments aux microorganismes qu'il héberge et ceux-ci utilisent certains matériaux alimentaires pour élaborer leurs propres substances, après les avoir rendues assimilables par des actions de dégradation, et libèrent un certain nombre de produits de leur métabolisme (Riviere, 1991).

La flore microbienne qui, initialement travaille pour elle-même, laisse à l'hôte une part du substrat alimentaire qui a échappé à son attaque. Il s'agit des déchets tels les acides gras volatils (AGV), produits finaux de leur fermentation, qui sont sans valeur pour elle. Ces AGV absorbés dans le sang surtout à travers la paroi du rumen, deviennent la principale source d'énergie pour l'animal hôte puisqu'ils fournissent de 70 à 80 % de l'énergie totale absorbée chez le ruminant pour les animaux (Chenost et Kayouli, 1997).

En dehors de l'énergie, les microorganismes assurent au ruminant une bonne part de leurs besoins en protéines. L'énergie disponible aux bactéries du rumen leur permet d'utiliser l'ammoniac pour synthétiser les acides aminés et leurs propres protéines. La plupart des protéines bactériennes ainsi formées dans le rumen sont digérées dans le petit intestin où elles deviennent la source principale d'acides aminés pour leurs hôtes (Wattiaux, 1997 ; Chenost et Kayouli, 1997).

En effet, 145 g de Matières Azotées Totales (MAT) microbiennes sont synthétisées pour chaque kg de Matière Organique Fermentée (MOF) dans le rumen (Chenost et Kayouli, 1997). Les microbes entraînés avec les "digesta" dans la caillette et l'intestin grêle, y subissent le processus classique de digestion. Ils sont constitués de 80 % de protéines, très bien équilibrées en acides aminés indispensables, et sont digérés à 80-85 %, fournissant les PDIM (Protéines Digestibles dans l'Intestin d'origine Microbienne) du système français PDI (Protéines Digestibles dans l'Intestin) (Jarrige, 1988). Ces PDIM jouent un rôle très important dans la couverture des besoins azotés des ruminants, surtout quand ces derniers reçoivent des rations à base de fourrages pauvres (Chenost et Kayouli, 1997).

II. Matériels et méthodes

1. Objectif du travail

Notre étude a pour objectif de déterminer la valeur nutritive (UFL et PDI) des fourrages naturels de la région d'étude pendant le 1^{er} cycle du printemps 2017. Ce travail sur la valeur nutritive est le 1^{er} essai dans cette région montagneuse.

La densité du couvert végétal ainsi que la biomasse ont été aussi mesurés afin de déduire la quantité de matière sèche disponible pour les animaux.

2. Localisation géographique de la zone d'étude

Yakouren, est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, située à 46 km à l'est de Tizi-Ouzou et 11 km à l'est d'Azazga. C'est une région montagneuse, l'homme implique dans l'activité forestière et aujourd'hui, il marque sa présence par la culture, surtout maraîchère et céréalière. Néanmoins, l'élevage de bovins, ovins et de caprins demeure l'activité agricole prédominante de la région (figure n°4).



Figure n°4 : La localisation de la région de Yakouren

3. Le climat

La région de Yakouren bénéficie d'un climat tempéré chaud. L'hiver se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été.

La température moyenne annuelle est de 15,0 °C. Il tombe en moyenne, 1053 mm de pluie par an. La différence entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 177 mm, la température varie de 17,2°C enregistrée sur l'année.

4. Le choix de la zone d'étude

L'essai a été effectué dans le village d'Ait-Hamza dans la région de Yakouren. 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.

5. Déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée du 20 février au 30 avril 2017. Avant la mise des animaux au pâturage, des mises en défens qu'on appelle quadras de 1 m² ont été installés dans chaque parcelle à raison de 4 par parcelle (figure n°5).



Figure n°5 : les quadras de 1 m² délimités par des barres de fer et du grillage (photo originale 2017).

Chapitre II

Matériel

&

Méthodes

I. Matériels

I.1. Les parcelles utilisées

L'essai s'est déroulé sur des prairies permanentes, très diversifiées, de graminées et de légumineuses, non fertilisées. Ces parcelles qui sont au nombre de 4 (3 pâturées et la 4^{ème} pour la fauche), ont été numérotées et pâturées par les cinq vaches laitières en début de printemps. La surface de chaque parcelle est inférieure à 1 ha.

I.2. L'herbomètre à plateau

Afin de caractériser les conditions de pâturage, des mesures de hauteur d'herbe ont été réalisées à l'aide d'un **herbomètre à plateau (photo n°6)**. Celui-ci permet de prendre des décisions qui permettent de conduire le pâturage selon l'état du couvert végétal, et c'est le critère « **hauteur de l'herbe** » qui décrit le mieux cet état.

L'herbomètre, contrairement aux autres méthodes de mesures, telles que le double décimètre ou le sward stick, permet de donner et de fournir une hauteur d'herbe « **compressée** » qui intègre en partie la densité du tapis végétal. Cette dernière permet l'estimation de la biomasse, qui est la quantité de MS/ha, offerte à l'animal et celle résiduelle à la sortie de la parcelle.

L'**herbomètre** (figure n°4) est constitué d'un plateau d'une surface de 0,09 m² (de 30 cm * 30 cm) pesant 405 g, solidaire d'un tube coulissant sur un axe gradué sur lequel on effectue directement la lecture en centimètre.

Au sommet de cet axe est fixée une poignée pour manipuler l'appareil et une tablette servant de support pour écrire. La mesure se fait en posant l'herbomètre sur le couvert végétal. Le plateau se stabilise à une hauteur qui dépend de la résistance de l'herbe à la compression (la pression du plateau : 4,5 kg/m²).

Il est aussi important de savoir qu'1 cm herbomètre est égal à 250 kg de MS par hectare.



Figure n°6: L'outil de mesure « **Herbomètre** » pour la détermination de la hauteur d'herbe.

I.3. Le matériel utilisé au laboratoire

L'analyse chimique des fourrages, prélevés au niveau des parcelles, a été réalisée au sein du laboratoire de l'INRAA de Baraki à Alger. Il s'agit d'échantillons de fourrage composé de : herbe pâturée (mélange), de graminées pures et de légumineuses seules.

I.4. Appareillage

Le matériel utilisé au laboratoire de production animale de l'INRAA, est le suivant :

- ✚ Broyeur : pour le broyage des échantillons ;
- ✚ Préparation des solutions, titrage, filtration,...
- ✚ Balance de précision : pour la pesée des échantillons à analysés ;
- ✚ Une étuve pour le séchage et la détermination de la MS ;
- ✚ Incinération des échantillons pour la détermination de la MS ;
- ✚ étuve : pour le séchage des échantillons afin de déterminer la MS ;
- ✚ four à moufle : incinération pour déterminer les MM ;
- ✚ minéralisateur : minéralisation pour convertir l'azote organique en azote minéral ;
- ✚ Distillation lors de la détermination des MAT ;
- ✚ plaques résistantes ;
- ✚ verreries.

II. Méthode

II.1. Les observations sur les parcelles

Cette étape consiste à effectuer des observations qualitatives le jour du prélèvement, et qui ont pour objectif ;

- des prises de photos des plantes sur pied et des prises de notes ;
- voir si le sol et l'herbe sont mouillés ;
- observation des stades de végétation des plantes;
- détermination de la composition variétales des associations fourragères existantes sur chaque parcelle (trèfle violet, blanc, la luzerne, dactyle,... etc.) ;
- des données, de conduite du pâturage et de l'alimentation du troupeau, ont été enregistrées afin de déterminer l'ingestibilité des vaches laitières au pâturage : cette partie du travail ne sera pas abordée dans ce mémoire.

Quatre quadras homogènes de 1 m² (100 cm* 100 cm) ont été placés dans chaque parcelle (figure n°5). Le but c'est de ne pas permettre aux animaux de consommer le fourrage qui se trouve à l'intérieur des carrés afin de le prélever, de le sécher et de l'analyser par la suite. Il nous permet aussi de déterminer le pourcentage de graminées et de légumineuses qui se trouve dans le m² puis le convertir à l'hectare.

- Après leur séchage, les échantillons de fourrage vont être broyé puis gardé en vue d'une analyse chimique afin de prévoir leur valeur nutritive.

II.2. Les mesures et les prélèvements

II.2.1. Les hauteurs d'herbe

Dans le but de disposer d'un indicateur de l'herbe offerte à l'animal et de l'herbe résiduelle à la sortie des animaux, nous avons effectués cinquante mesures à l'aide de l'herbomètre (figure n°6) juste avant et juste après le pâturage de la parcelle.

La hauteur de l'herbe est utilisée aussi comme indice de déclenchement du pâturage ou de la fauche (partie non incluse dans le mémoire).

II.2.2. La proportion de graminées et de légumineuses

Afin d'estimer la proportion des graminées et des légumineuses dans la totalité de la parcelle, l'herbe prélevée dans le 1 m² va subir un tri manuelle en séparant les graminées des légumineuses et des composés. La matière fraîche récoltée à chaque date de

prélèvement a été enregistrée. Après séchage et prise du poids sec, les mêmes espèces vont être mélangées puis broyées et gardées pour une analyse ultérieure.

Après broyage, les échantillons seront dosés au laboratoire pour la détermination de la MS, MM, CB et MAT. Le but de cette analyse est de déterminer la valeur alimentaire des espèces fourragères de la région.

II.2.3. Les prélèvement d'herbe

En vue de déterminer la composition chimique de l'association fourragère, la totalité de l'herbe à l'intérieur d'un cadre de $0,49 \text{ m}^2$ ($0,7 \text{ cm} * 0,7 \text{ cm}$) est coupée à l'aide d'une cisaille à une hauteur d'environ 5 cm du sol. Le regroupement des prélèvements de chaque cadre représente ainsi l'échantillon d'herbe pâturée.

Ce quadra de $0,49 \text{ m}^2$ permet la mesure de la densité de la parcelle (figure n°7). Ainsi, avant de couper et prélever la totalité du fourrage, on mesure la hauteur de l'herbe puis on coupe à une hauteur d'environ 5 cm du sol. On mesure une seconde fois la hauteur de l'herbe après la coupe du fourrage. Le fourrage ainsi prélevé est mis dans un sac en plastique numéroté puis pesé en vert, et pesé après séchage et gardé en d'être analysé.

L'herbe coupée et prélevée représente la densité dans la surface du prélèvement ($0,49 \text{ cm}^2$).

Elle permet de déterminer la biomasse qui est la quantité de matière sèche qui se trouve dans la parcelle et qui est disponible pour les animaux. Le calcul de cette dernière est très important afin de voir si l'offre fourragère coïncide avec les besoins des animaux. Pour la satisfaction des besoins des animaux, il faut connaître la valeur nutritive de ces fourrages.

La densité du couvert végétal a été réalisé sur 4 quadras de $0,49 \text{ m}^2$ chacun et ce dans les 3 parcelles mais à des dates différentes.

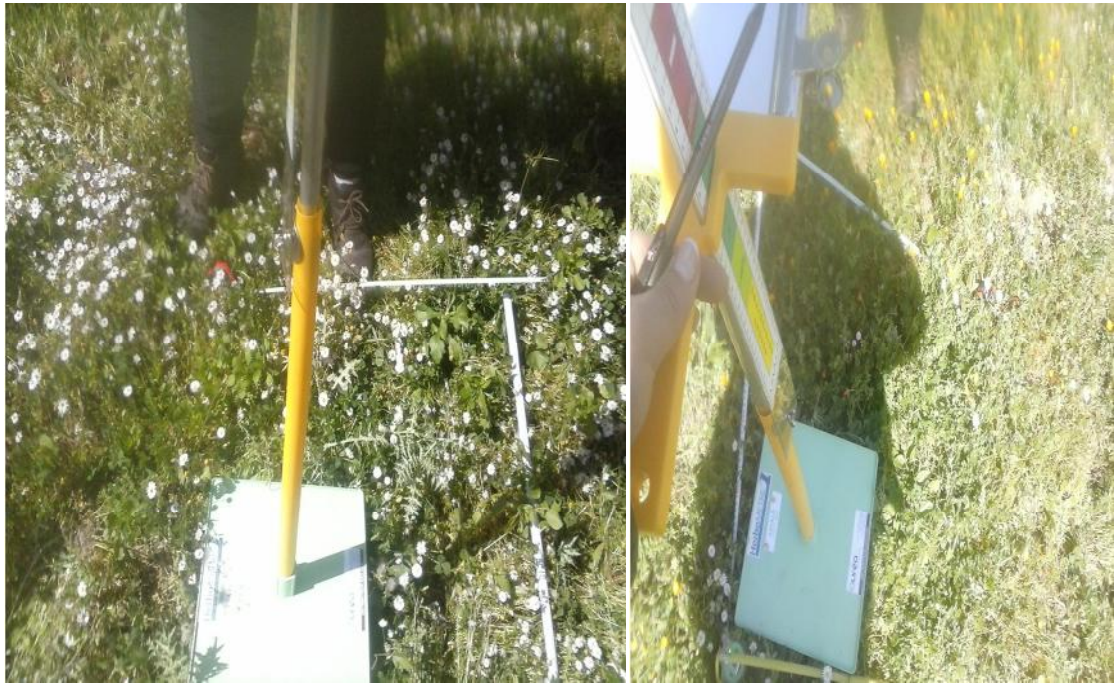


Figure n°7: Prises de hauteur de l'herbe pour la densité du couvert végétal des parcelles avant et après fauche (photos originale, 2017).

- Chaque échantillon est accompagné d'une fiche de renseignements ou c'est précisé la date et le lieu de prélèvement. Les possibilités d'interprétation et la qualité de cette dernière dépendent de la précision des renseignements fournis sur la fiche.

II.2.4. La croissance journalière moyenne de l'herbe

Mesurer le « GMQ » d'une prairie spontanée, à priori l'idée peut surprendre. Pourtant avec quelques mesures simples, il est possible d'estimer la croissance journalière d'une prairie comme on le faisait pour un animal. Exprimée en kg de MS par hectare et par jour, cette croissance permet d'ajuster les conseils pour la conduite du pâturage. Elle sert aussi à mesurer l'impact des aléas climatiques sur la pousse de l'herbe (sécheresse, froid, excès d'eau... etc.). Les hauteurs d'herbe sont mesurées avec un herbomètre à plateau.

Pour la même exploitation, des mesures sont réalisées tout les 15 jours sur les 4 parcelles (3 pâturées, la 4^{ème} fauchée) à raison de 50 à 70 mesures par parcelle. La hauteur moyenne est exprimée en centimètre herbomètre. La détermination de la hauteur d'herbe sert à une gestion efficace des pâturages. Lorsqu'une parcelle est pâturée, les mesures sont arrêtées pour recommencer dès la sortie des animaux, ce qui permet de mesurer aussi les repousses après pâturage.

II.2.5. Préparation des échantillons pour analyse

Les échantillons destinés aux analyses ont été broyés avec un broyeur à travers une grille de 0,75 mm de diamètre (figure n°8). Nous avons, par la suite, mélangé les échantillons de mêmes espèces et de la même parcelle, puis réservés dans des sachets en papier et agrafés étiquetés (saison, date de prélèvement, N° de relevée, type et lieu de prélèvement) pour une analyse ultérieure (MS, MM, CB, MAT). Au total, nous avons comptabilisé 25 échantillons dont 10 n'ont pas fait partie de cette étude.



Figure n°8 : le broyeur d'échantillons (photo originale 2017).

II.2.6. Les analyses chimiques

Une analyse fourragère classique a été effectuée au laboratoire de production animale de l'INRA de BARAKI ALGER. Ces analyses concernent les teneurs en matières sèches, en matières minérales, en cellulose brute et en matières azotées totales. Les analyses effectuées sont toutes conformes aux normes (AFNOR Paris, 1985) citées par Jarrige (1988).

Tous les dosages sont effectués en double et les résultats sont rapportés par rapport à 100 g de MS (% MS).

Ces différentes analyses ont permis de déterminer la composition chimique de l'herbe offerte :

II.2.6.1. la matière sèche (MS)

Le principe consiste à placer 1g d'échantillon dans une étuve maintenue à 105°C jusqu'à le poids constant, toute l'eau s'évapore et le résidu sec après dessiccation s'appelle la matière sèche (MS).



Figure n°9 : La dessiccation des échantillons dans une étuve à 105°C (1), et refroidissement rapide des échantillons après séchage dans un dessiccateur (2) (Photo originale, 2017).

Formule et calcul

La teneur en matière sèche est calculée par la relation suivante :

$$\% \text{ MS} = \frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_1} \times 100$$

P_1 : Représente le poids du creuset vide (g).

P_2 : Représente le poids du creuset avant séchage (tare+échantillon) (g).

P_3 : Représente le poids du creuset et du résidu après séchage (tare+résidu) (g).

Le taux d'humidité est calculé à partir de la formule suivante :

$$\% \text{ d'humidité} = 100 - \% \text{ MS}$$

II.2.6.2. Les matières minérales ou cendres (MM)

a) Principe

Lorsque l'échantillon est soumis à une incinération dans un four à moufle (figure n°10), à 200 °C pendant 1h puis à 550 °C pendant 2h. La matière organique est consommée et la matière résiduelle représente le poids des minéraux (cendres) dans les échantillons (A.O.A.C,1990). Le but est de déterminer la teneur en matière minérales dans les échantillons, de façon à calculer la quantité de matière organique (MO). Cette dernière présente la différence entre la MS et les matières minérales (MM).



Figure n° 10 : Four à moufle : Incinération des échantillons.

b) Formule et calcul

Le pourcentage des cendres est calculé par l'équation suivante :

$$\% \text{ Cendres} = \frac{P - P}{P - P} \times 100$$

Où :

P : Représente le poids des creusets vides et du résidu après calcination (Tare + cendre) (g).

II.2.6.3. La cellulose brute (CB)

a) Principe

La teneur en CB est dosée selon la méthode de WEENDE. Le principe consiste à doser les résidus cellulosiques obtenus après une double hydrolyse acide et alcaline, contient une fraction variable de la lignine et des hémicelluloses.

b) Formule et calcul

La teneur en cellulose brute est obtenue par la formule suivante :

$$\% \text{ CB} = \frac{P - P'}{P} \times 100$$

P : Poids du creuset + résidu après étuvage.

P' : poids du creuset + résidu après incinération.

P : Poids de la prise d'essai (poids de l'échantillon).

II.2.6.4. Dosage des matières azotées totales (MAT)

a) Principe

L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldhal. L'azote organique de l'aliment est minéralisé par l'acide sulfurique à chaud en présence d'un catalyseur approprié, l'azote ammoniacal formé est déplacé par une base forte et dosé dans une solution titrée d'acide borique (Lecoq, 1965) (figure n° 11).



Figure n°11 : distillation de l'azote ammoniacal dans l'acide borique à l'aide d'un distillateur (photo originale 2017).

b) Formule et calcul

La teneur en azote total est calculée par la formule suivante :

$$N \text{ (g)} = \text{Volume} \times 0.00028 \times 12.5 \times 100 / \text{poids échantillon}$$

$$\text{MAT} = N \times 6.25$$

III. Analyses statistiques

✓ Les équations de la valeur nutritive

Les valeurs énergétiques (UFL, UFV) et azotées (PDI) ont été déterminées grâce au logiciel PrévAlim, celui-ci permet à partir du résultat de l'analyse d'un fourrage ou d'un aliment concentré d'en estimer la valeur alimentaire (valeur nutritive UF et PDI, et valeur d'encombrement UE) pour les ruminants. Il intègre de façon hiérarchisée l'ensemble des outils proposés par l'INRA pour prévoir la valeur des aliments.

Les équations utilisées dans le calcul de la valeur nutritive de nos échantillons, données par PreValim, sont données en annexe 1.

L'ensemble des données a été saisi sur un tableur Excel. L'utilisation des statistiques élémentaires (moyenne, écart-type, minimum, maximum et coefficient de variation) et les représentations graphiques ont permis de décrire l'ensemble de nos variables.

Chapitre III

Résultats

&

Discussions

III : Résultats et discussion

1. Présentation des résultats

1.1. Composition chimique de l'herbe pâturée

Les résultats de l'analyse fourragère des 15 échantillons étudiés sont répertoriés dans le tableau n°6.

Tableau n° 6 : Composition chimique et digestibilité de la matière organique et des NDF (%) de l'herbe prélevée au cours du 1^{er} cycle de la saison de pâturage.

Type de fourrage	MS (En% MV)	MM (%) de la MS	CB (%) de la MS	MAT (%) de la MS	d.MO (%)	d.NDF (%)
L'herbe pâturée (mélange)	17,46	11,31	17,91	16,62	81,35	78,33
	14,94	16,40	19,48	22,77	82,41	83,08
	19,55	13,43	19,20	25,29	83,67	85,47
	16,05	16,01	24,06	15,00	75,57	71,55
	19,06	12,54	15,87	15,48	82,65	82,24
	19,07	12,46	15,93	23,82	85,86	83,92
	17,69	13,69	18,74	19,83	81,91	80,76
	±	±	±	±	±	±
	1,87	2,06	3,03	4,63	3,46	5,11
	10,57	15,05	16,17	23,35	4,22	6,33
Mélange de Graminées	21,33	9,76	22,82	14,36	76,64	73,52
	25,25	15,86	17,84	19,88	82,46	82,31
	20,66	10,36	24,68	13,60	86,55	71,40
	18,18	14,00	19,13	18,61	82,8	79,91
	21,36	12,50	21,18	16,61	82,11	76,78
	±	±	±	±	±	±
	2,93	2,92	3,18	3,10	4,10	5,16
	13,71	23,36	15,01	18,66	5,00	6,72
Mélange de Légumineuses	21,56	10,98	20,91	27,06	76,38	67,33
	21,09	13,55	21,26	28,24	76,06	66,69
	19,82	14,03	15,45	31,21	81,36	76,35
	15,05	15,86	15,06	25,12	81,75	77,09
	18,29	13,64	15,20	25,16	81,43	76,87
	19,16	13,61	17,57	27,36	79,40	72,86
	±	±	±	±	±	±
	2,62	1,74	3,21	2,53	2,90	5,36
	13,67	12,78	18,27	9,25	3,65	7,35
Moyenne G + L	20,13	13,34	18,98	21,48	79,39	77,05
	±	±	±	±	±	±
	2,83	2,12	3,23	5,64	2,90	5,95
	14,06	15,9	17,02	26,25	3,65	7,72

La composition chimique des fourrages est la première étape indispensable à valoriser en alimentation animale car elle nous permet d'estimer la valeur nutritive de l'herbe. Nous avons entrepris la détermination des paramètres essentiels de la composition chimique qui sont : MS, MM, MAT et CB.

La composition chimique des fourrages verts évolue avec l'âge. En effet, la cellulose est en corrélation positive avec l'âge alors que les MAT sont corrélés de façon négative pour toutes les espèces étudiées.

1.1.1. Teneur en MS de l'herbe

De tous les critères caractérisant la composition chimique des fourrages, c'est la teneur en MS qui varie le plus.

On note une teneur en MS plus importante chez les graminées (213,6 g/kg de MS) contre 176,9 et 191,6 g/kg de MS) respectivement pour l'herbe pâturée et les légumineuses.

Les légumineuses présentent une teneur en MS qui varie de 150,5 à 215,6 g/kg de MS et un CV de 13,67 %. Ce coefficient est équivalent à celui des graminées (CV = 13,71 %) et est légèrement supérieur à celui du mélange (CV = 10,57 %). Ceci se traduit par le fait qu'il n'y a pas de variation de MS entre les résultats des graminées et des légumineuses.

La teneur en MS de l'association graminées- légumineuses est de 201,3 g/kg de MS avec une variation légèrement élevée (CV = 14,06 %). Ce dernier est comparable au CV trouvé chez les graminées et chez les légumineuses mais, inférieur au CV du mélange (CV = 10,57 %).

Ces derniers se traduisent chez l'association (G + L) par des écarts un peu élevés entre le minimum et le maximum qui sont de 10,2 pts et de 4,61 pts pour le mélange. Cet écart élevé pour l'association peut se traduire aussi par le pourcentage des légumineuses qui est plus élevé par rapport à celui des graminées : en moyenne 22,86 % et 14,87 % respectivement.

Selon la figure n°12, nous constatons que la teneur en MS de l'herbe pâturée augmente lentement pendant la période de pâturage, alors que pour les graminées et les légumineuses, nous constatons une diminution de la MS.

Ainsi, des diminutions importantes de la température ou beaucoup d'humidité conduisent à une diminution du taux de MS et vis-versa.

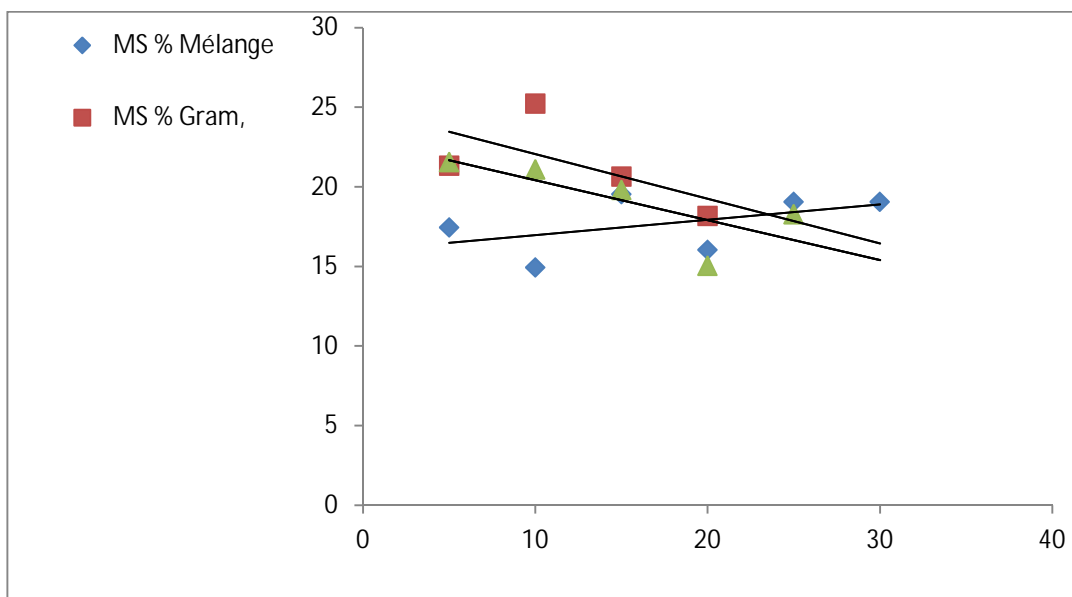


Figure n°12 : Evolution de la teneur en MS (% MV) des fourrages étudiés pendant le 1^{er} cycle du pâturage.

1.1.2. Teneur en matières azotées totale

Les teneurs moyennes en MAT de l'herbe des prairies pâturées (198,3 g/kg de MS), des graminées (166,1 g/kg de MS) ainsi que celles des légumineuses (273,6 g/kg de MS), sont données dans le tableau 6. La teneur en MAT de l'herbe pâturée et des graminées présente une variabilité forte avec un CV de 23,35 % et 18,66 % respectivement. Ceci explique l'étendue des valeurs avec un maximum de 252,9 et de 198,8 g/kg de MS et un minimum de 150 et 143,6 g/kg de MS, soit un écart de 10,3 et 5,5 pts respectivement.

Cependant, nous constatons que dans le temps les MAT de l'herbe pâturée sont stables, alors qu'ils diminuent pour les graminées et augmentent pour les légumineuses (figure n°13).

Pour les légumineuses, la teneur moyenne est de 273,6 g/kg de MS avec des variations plus faibles (CV = 9,24 %) et des teneurs qui varient entre 312,1 g/kg de MS pour la valeur maximale et 251,2 g/kg de MS pour la valeur minimale.

Les teneurs moyennes de l'association graminées + légumineuses sont données dans le tableau n°6.

La teneur moyenne en MAT de l'association graminée + légumineuse est proche de celle de l'herbe par rapport à la teneur des MAT des graminées pures vu que le mélange renferme un certain pourcentage de légumineuses. Ainsi, les teneurs moyennes sont de 214,8 g/kg de MS (et un CV élevé de 26,25 %) et une teneur en MAT de 198,3 g/kg de MS respectivement pour l'association et pour le mélange ou herbe pâturée.

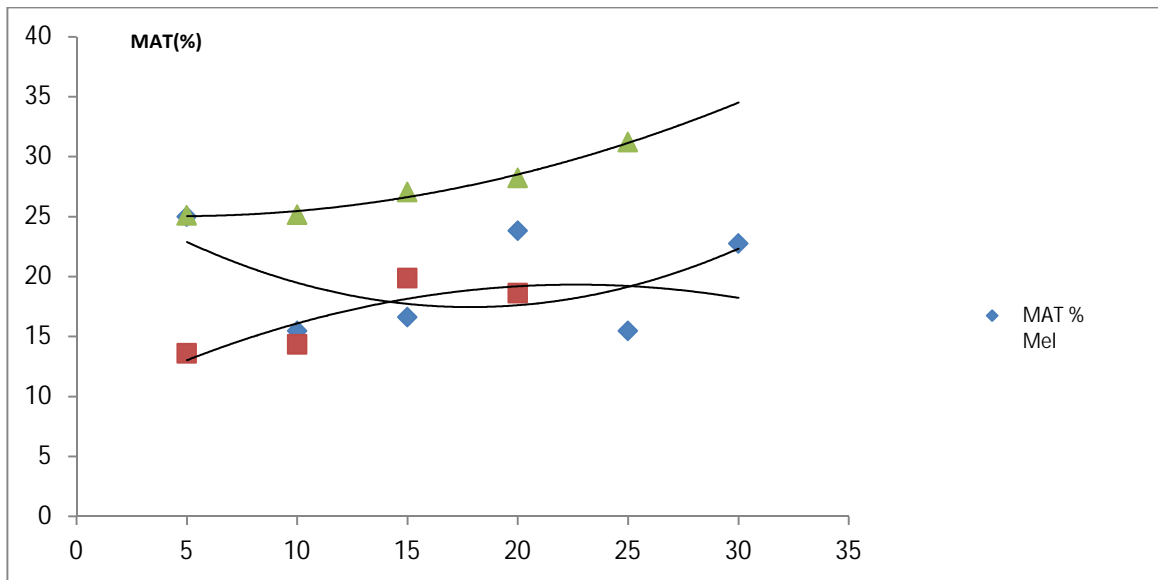


Figure n°13 : Evolution de la teneur en MAT (% MS) des échantillons analysés au cours du 1^{er} cycle de pâturage.

La figure suivante donne l'évolution des MAT d'associer graminées + légumineuses.

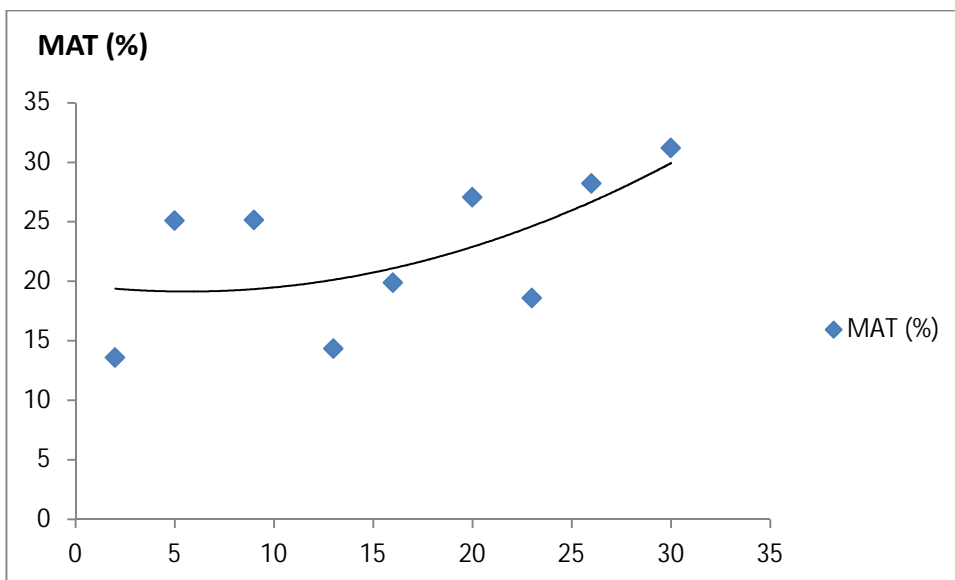


Figure n°14 : Evolution des MAT des graminées + légumineuses pendant le 1^{er} cycle.

Nous constatons que l'évolution des MAT dans le temps suit le même trajet que lorsqu'ils sont traités individuellement.

1.1.3. La teneur en CB

Les teneurs en cellulose brute des différents fourrages analysés sont données dans le tableau n°6. On remarque des CV comparables et légèrement élevés chez tous les fourrages.

Pour le mélange qui est l'herbe pâturée, la teneur moyenne en CB s'élève à 187,4 g/kg de MS, elle varie de 158,7 à 240,6 g/kg de MS soit un écart assez faible de 8,19 pts et un CV de 16,17 %. Ces valeurs sont comparables aux teneurs du mélange de graminées + légumineuses avec une teneur moyenne de 189,8 g/kg de MS et un CV de 17,02 % (tableau n°6).

Cependant, les teneurs moyennes des CB des échantillons de graminées et ceux des légumineuses sont de 211,8 et 175,7 g/kg de MS et des CV de 15,01 et 18,27 % respectivement. Les valeurs extrêmes sont de 178,4 et 246,8 g/kg de MS pour les graminées (6,84 pts) et 150,6 et 212,6 g/kg de MS pour les légumineuses (6,2 pts).

La figure n°14 montre qu'au début du cycle, la teneur en CB des graminées et de mélange pâturée diminue puis augmente dans la 2^{ème} partie du cycle. En revanche, la teneur en CB augmente d'abord au début du cycle chez les légumineuses puis diminue à partir de la 2^{ème} partie du cycle. On déduit que l'augmentation de teneur moyenne de la CB est du même niveau que la diminution de la teneur en MAT (figure n°14).

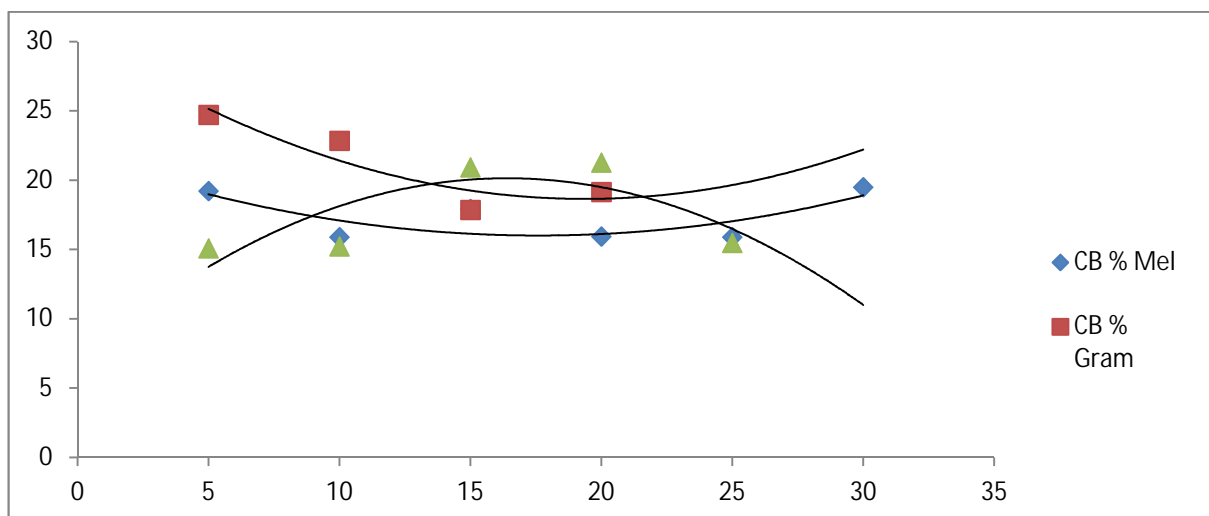


Figure n°15 : Teneur en CB (% MS) des échantillons récoltés pendant le 1^{er} cycle de pâturage

La figure précédente montre que la teneur en CB augmente en moyenne un peu plus vite chez les graminées que chez les mélanges alors qu'elle diminue à la fin du cycle pour les légumineuses.

Concernant la teneur en CB des mélanges graminée – légumineuses, la moyenne est de 189,8 g/kg de MS avec des variabilités allant de 150,6 à 246,8 g/kg de MS soit un écart de 9,62 pts.

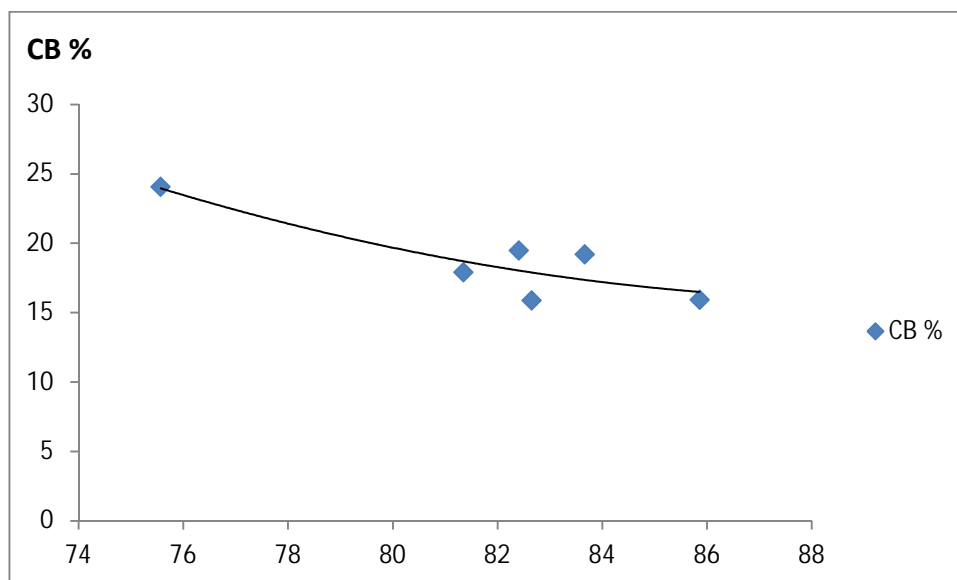


Figure n°16: Evolution de la CB durant le 1^{er} cycle végétatif d'association G + L.

La figure n°21 montre qu'il n'y a pas une grande augmentation de la teneur en CB des G + L.

1.2. La digestibilité de la matière organique

La digestibilité de la matière organique de l'ensemble des échantillons étudiés est donnée dans le tableau n°4. Les teneurs sont comparables chez l'herbe pâturée et les graminées ainsi que leurs écart-type et leurs CV. Les valeurs sont de 81,92 % ± 3,46 avec un maximum de 85,86 % et un minimum de 75,57 % chez le mélange. Chez les graminées, les variations sont de 76,64 % et 86,55 % et une d.MO moyenne de 82,11 % ± 4,1.

Cependant, la teneur moyenne de la d.MO des légumineuses est plus faible, elle est de 79,40 % ± 2,9 et les variations sont de 81,75 % et 76,06 %.

La figure n°22 illustre l'évolution de la digestibilité de la MO pendant la période de pâturage. Ainsi, nous constatons que les légumineuses sont un peu moins digestibles que les graminées ou le mélange d'herbe surtout pendant la 2^{ème} partie du cycle.

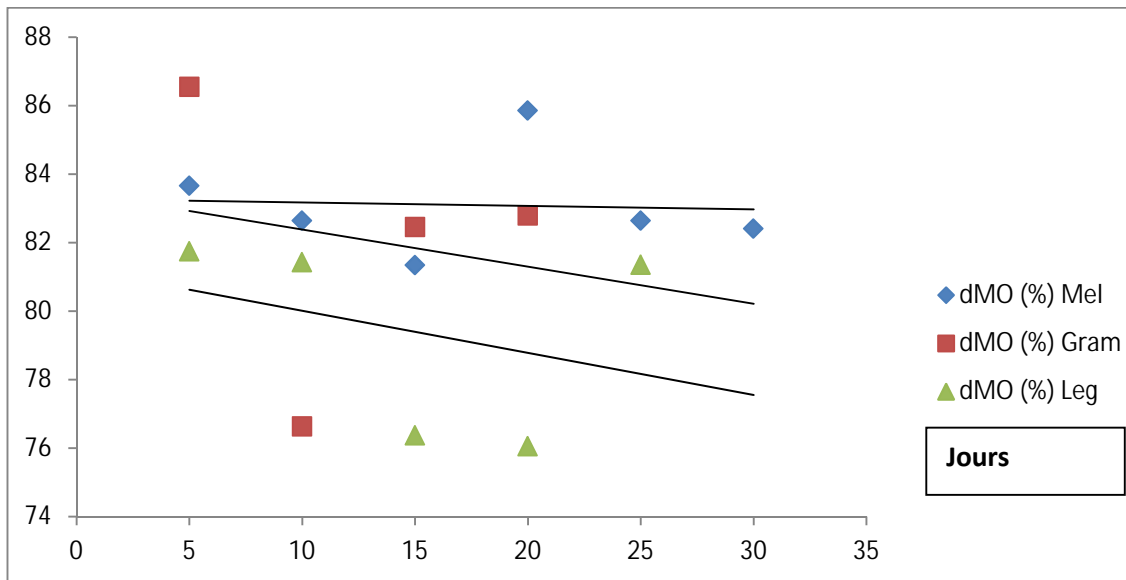


Figure n°17 : évolution de la digestibilité de la MO (%) des échantillons pendant 1^{er} cycle de pâturage

En effet, la digestibilité de la MO dépend essentiellement de la teneur et de la digestibilité des constituants pariétaux, du fait que, les constituants cytoplasmiques ont une digestibilité totale (sucres) d'autres élevée (protéines et lipides).

Pour ce qui est de l'association G + L, nous constatons qu'il y a une corrélation négative entre la teneur en MO et l'âge des plantes (figure n°16).

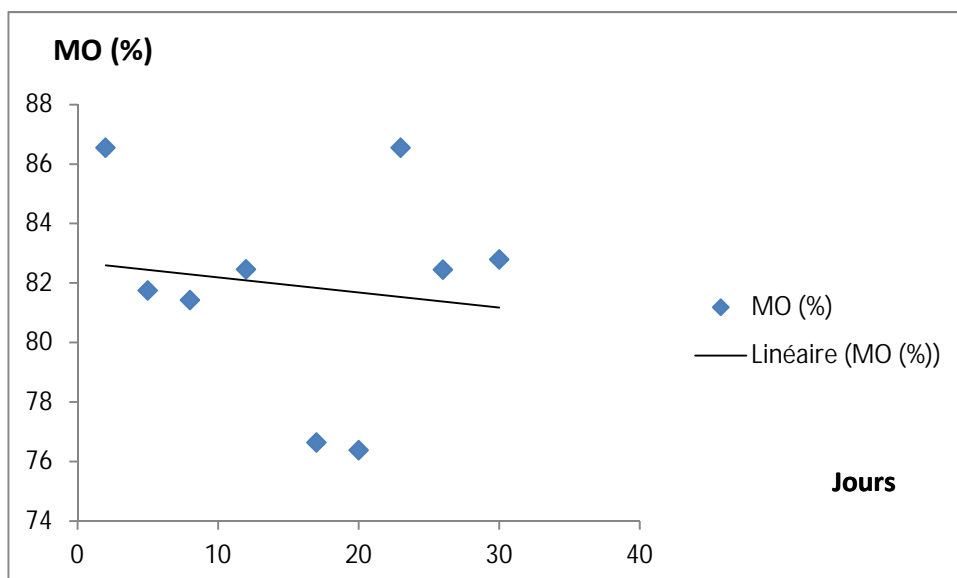


Figure n°18: Liaison entre la digestibilité de la MO et l'âge (1^{er} cycle) pour les G + L.

Pour ce qui est de la relation entre la digestibilité de la MO et la CB de l'herbe pâturée, nous constatons qu'il y a une corrélation négative entre ces deux constituants (figure n° 17).

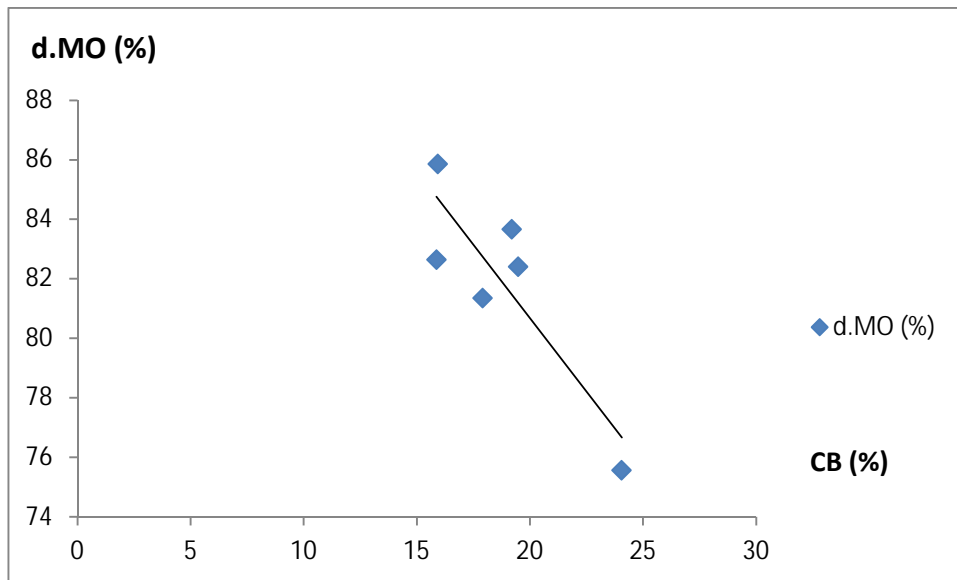


Figure n° 19 : Liaison entre la digestibilité de la MO et la CB pour l'herbe pâturée.

La même tendance à la diminution de la d. MO en fonction de la CB est observée pour l'association G + L (figure n°18).

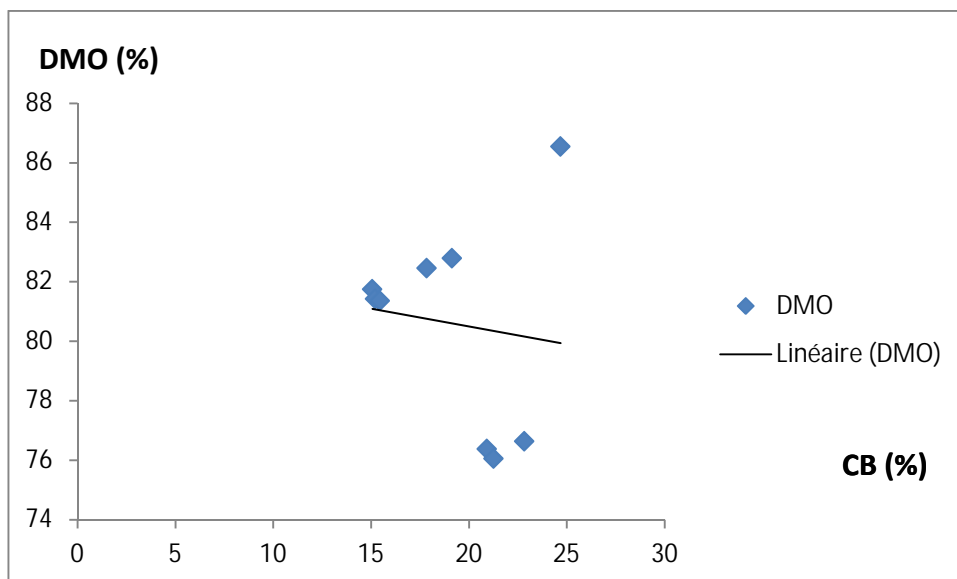


Figure n°20 : Liaison entre la d.MO et la CB pour l'association G + L.

La digestibilité de NDF, elle varie de paire avec MAT et la digestibilité de MO (**figure n°19**), nous avons enregistré que la digestibilité de NDF et MAT sont corrélées positivement avec la digestibilité de la MO.

Par contre, la digestibilité de CB est corrélée négativement avec la digestibilité de la MO.

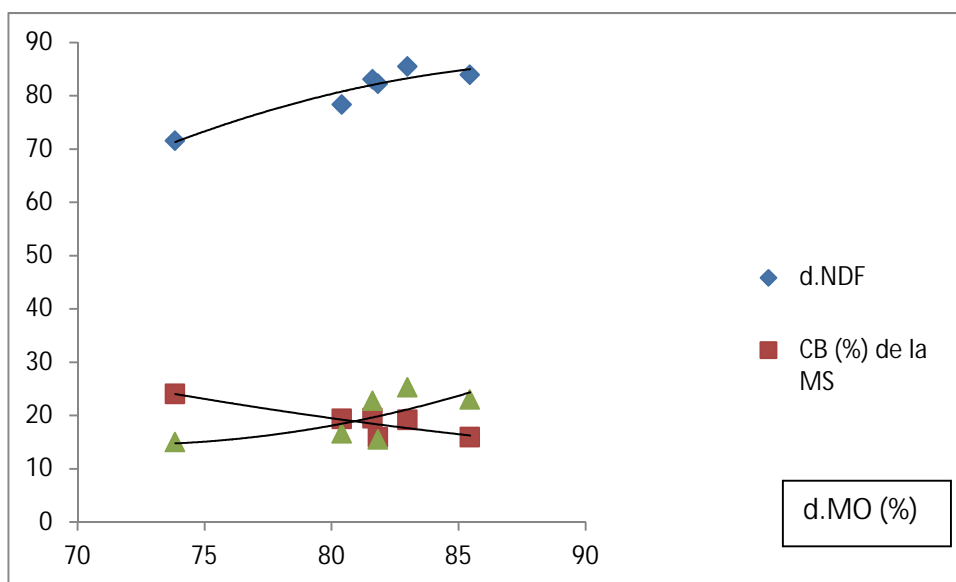


Figure n°21 : La relation entre la digestibilité de NDF et CB et les MAT de l'herbe pâturée.

1.3. Valeur énergétique et azotée de l'herbe de pâturage

Les valeurs énergétiques et azotées des échantillons ont été déterminées grâce au logiciel PrévAlim (INRA 2010). Des équations de prévision basées sur l'âge du fourrage ou sur sa composition chimique exprimée en CB et MAT, par espèce végétale et cycle de végétation, ont été incluses dans ce logiciel.

Les valeurs moyennes énergétiques (UFL, UFV) et azotées (PDI) des échantillons prélevés au cours de la période de pâturage 2017, sont rapportées au tableau n° 7.

1.3.1. Valeur énergétique

La valeur énergétique (UFL et UFV) des fourrages est étroitement liée à la digestibilité de la MO, mais elle est négativement liée à l'âge de la plante.

Le tableau n°7 établit des valeurs nutritives des échantillons prélevés au cours du 1^{er} cycle de la saison de pâturage, il permet de comparer leur valeur énergétique exprimé en g/kg MS et leur valeur azotées exprimées en g de PDI.

Tableau n°07: Valeur nutritive des échantillons prélevés au cours du 1^{er} cycle de la saison de pâturage.

Type de Fourrage	UFL g/kg MS	UFV g/kg MS	PDIN g/kg MS	PDIE g/kg MS	UEM	UEL	UEB
Herbe pâturée (mélange)	0,96	0,92	110	100	0,95	0,96	0,96
	0,94	0,91	151	107	0,87	0,92	0,90
	1,00	0,97	169	114	0,80	0,89	0,84
	0,83	0,77	99	90	1,04	1,00	1,03
	0,99	0,97	103	100	0,93	0,95	0,94
	1,00	0,96	152	110	0,84	0,91	0,87
	0,95	0,92	130,67	103.5	0.91	0.94	0.92
	±	±	±	±	±	±	±
	0.07	0.08	30.11	8.62	0.09	0.04	0.07
Mélange Graminées	0,90	0,85	92	88	1,01	1,01	1,01
	0,94	0,91	128	94	0,85	0,92	0,88
	0,86	0,80	87	85	1,06	1,02	1,04
	0,93	0,90	120	94	0,93	0,97	0,94
	0,92	0,87	106.75	90.25	0.93	0.98	0.97
	±	±	±	±	±	±	±
	0.48	0.05	20.29	4.5	0.08	0.05	0.07
Mélange Légumineuses	0,90	0,84	175	102	0,80	0,90	0,84
	0,86	0,80	184	102	0,79	0,89	0,83
	0,96	0,91	196	110	0,79	0,75	0,79
	0,94	0,90	162	102	0,81	0,91	0,85
	0,96	0,92	163	103	0,80	0,90	0,83
	0,92	0,87	176	103.8	0.80	0.87	0.83
	±	±	±	±	±	±	±
	0.04	0.05	14.40	3.49	0.008	0.67	0.02

La valeur énergétique moyenne des graminées est comparable à celle des légumineuses mais avec des écart-types un peu différents : $0,92 \pm 0,48$ et $0,92 \pm 0,04$ UFL /kg de MS respectivement. Cependant, le mélange (herbe) comporte une valeur énergétique plus élevée : $0,95 \pm 0,07$ UFL /kg de MS.

La relation entre UFL et d.MO s'illustre parfaitement avec les valeurs extrêmes données dans le tableau n° 6. L'échantillon mélange (herbe) présente une valeur UFL maximum de 1,00, minimum de 0,83 g/kg MS et une d.MO moyenne de 81,91 %.

Chez les graminées, les variations sont de 0,86 à 0,94 g/kg MS avec une moyenne de 0,92 UFL avec une digestibilité de la MO qui varie de 76,64 % à 86,55 %. Chez les légumineuses, la plus grande valeur est de 0,96, la plus basse est de 0,86 UFL et une d.MO moyenne de 79,40 %. Donc, nos échantillons sont, non seulement de bonne qualité mais aussi, ils ont une bonne digestibilité.

Tableau n°8 : Statistiques de la digestibilité de la MO (% MS) et les UFL exprimé en (UFL/kg de MS)

		UFL (kg de MS)	dMO(%)
Herbe pâturée (Mélange)	Moyenne	0,95	81,91
	Max	1,00	85,86
	Mini	0,83	75,57
	Ecart type	0,07	3,46
Mélange graminées	Moyenne	0,92	82,11
	Max	0,94	86,55
	Mini	0,86	76,64
	Ecart type	0,48	409
mélange légumineuses	Moyenne	0,92	79,40
	Max	0,96	81,75
	Mini	0,86	76,06
	Ecart type	0,04	2,90
Association (G – L)	Moyenne	0,925	80,60
	Max	0,96	86,55
	Mini	0,86	76,06
	Ecart type	0,039	3,54
	CV (%)	4,21	4,39

1.3.2. Valeur azotée

La valeur azotée des fourrages s'exprime par leur teneur en protéines digestibles dans l'intestin (PDI). On distingue :

- la valeur PDIN : sa teneur dépend de celle des MAT, de la dégradabilité théorique (DT) et de sa dégradabilité réelle (dr) ;
- la valeur PDIE dont la teneur dépend des mêmes critères que ceux des PDIN et de la MO fermentée dans le rumen utilisable pour la synthèse de la matière azotée microbienne.

La valeur azotée moyenne de l'herbe (mélange), exprimée en g de PDI, est respectivement de 130,67 g/kg de MS et 103,5 g/kg de MS pour les PDIN et les PDIE (tableau 5). Cette dernière valeur est donc la valeur PDI limitante du mélange d'herbe.

Chez les graminées, la teneur moyenne des PDIN est de 106,75 g/kg MS \pm 20,29 et celle des PDIE est de 90,25 g/kg MS \pm 4,5, cette dernière représente la valeur PDI des graminées.

Pour les PDIN des légumineuses, ils sont plus élevés que les échantillons précédent ce qui est logique car elles sont très riche en azote. Ainsi, la valeur moyenne, exprimée en g de PDI, est de 176 g/kg MS et 103,8 g/kg de MS respectivement pour les PDIN et les PDIE.

Le tableau n°8 donne la valeur moyenne énergétique et azotée ainsi que les moyennes extrêmes des échantillons analysés. Ainsi, les variations sont pour les maximales des PDIN de 169 g/kg de MS, 128 et 196 g/kg de MS et pour les PDIE, de 110 g/kg de MS, 94 et 162 g/kg MS respectivement pour les échantillons de mélange, de graminées et des légumineuses.

Tableau n°9 : La valeur moyenne énergétique et azotée des échantillons analysés.

Type de fourrage		PDIN (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)
Herbe pâturée	Moyenne	130,67	103,5
	Max	169	110
	Mini	99	90
	Ecart type	30,11	8,62
Mélange Graminées	Moyenne	106,75	90,25
	Max	128	94
	Mini	87	85
	Ecart type	20,29	4,5
Mélange Légumineuses	Moyenne	176	103,8
	Max	196	110
	Mini	162	102
	Ecart type	14,40	3,49
Association (G – L)	Moyenne	145,22	97,78
	Max	196	110
	Mini	87	85
	Ecart type	39,88	8,04
	CV (%)	27,46	8,22

Concernant l'association (G – L), la valeur azotée moyenne est de 145,22 g/kg de MS et 97,78 g/kg de MS pour les PDIN et les PDIE respectivement (tableau n° 7). Cette dernière valeur est la valeur PDI limitante en moyenne sur la période d'étude.

Des deux tableaux précédents on peut conclure que l'herbe consommée par les animaux pendant la période de pâturage, est une herbe de bonne qualité qui a une valeur énergétique de 0,95 UFL / kg de MS et une valeur azotée de 103,5 g de PDI.

2. Discussion générale

La composition botanique de l'herbe est basée sur les autres espèces

En général, l'herbe de prairie, exploitée par les vaches de la région d'étude, est composée en moyenne de 14,87 % de graminées, de 22,86 % de légumineuses, de 45,52 % de plantes diverses (composés) qui représente presque la moitié des espèces, le reste, 11,79%, représente les déchets les feuilles sénescentes. La figure n°28 donne la moyenne des composants botanique des 3 parcelles.

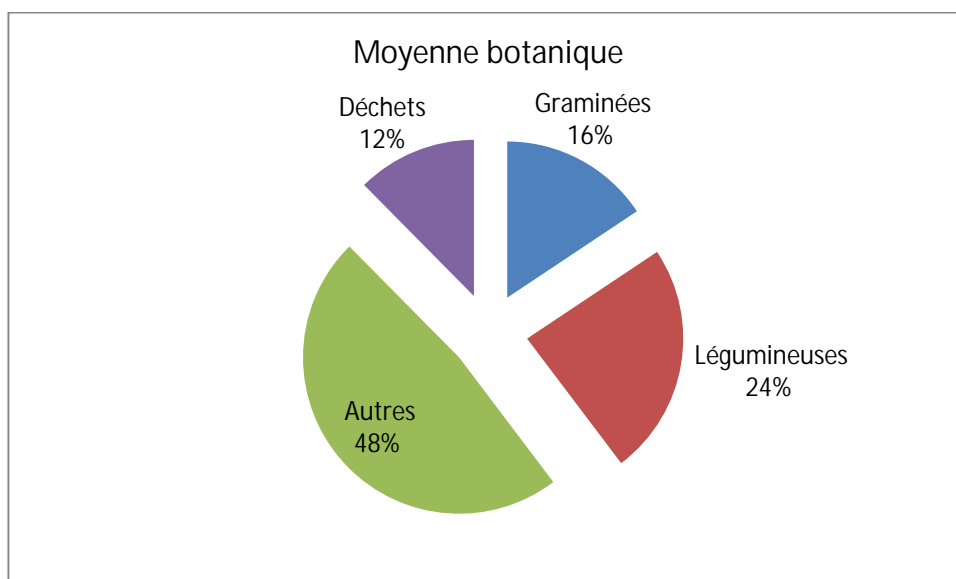


Figure n°22 : la composition botanique en moyenne des parcelles étudiées.

Nous constatons que nos résultats sont différents de ceux obtenus par Salhi (2013) qui a trouvée des valeurs de 9,76 % de légumineuses, 11,86 % de graminées, 24,73 % de composés et 53,61 % des autres espèces dans les régions de plaines de Chlef.

D'autres valeurs ont été trouvées par Boudechiche et al., (2010). Ces derniers ont donnés une composition botanique des prairies exploitées par le bétail tout au long de l'année en pâturage continu au Nord-est algérien, de 22,1 % de légumineuses et 77,8 % de composés alors que les graminées et les autres espèces sont totalement absentes.

Selon Duthil (1967), la composition fibreuse d'un bon herbage doit se rapprocher de 20 à 25 % en légumineuses, 65 à 75 % en graminées et 5 à 10 % en plantes diverses.

Cependant, Schori (2007) trouve une herbe pâturée composée de 72 % des graminées, 15 % des légumineuses et 6 % des autres espèces. Selon le même auteur,

diverses causes font que la composition botanique des fourrages diffère d'une zone à une autre tels que l'altitude, les conditions climatiques, la nature du sol,...

Nos résultats sont cohérents avec les observations données dans la bibliographie. Ainsi, selon Rodrigues et al., (2007), les prairies situées à une altitude élevée (> 900 m), montrent une proportion de plantes diverses plus élevée que celle des groupes situés à faible altitude. Jeangros et al., (2000) ont constaté aussi que les graminées sont moins représentées dans les prairies d'altitude que dans les prairies de plaine.

Concernant la composition chimique des fourrages, celle-ci est un paramètre très important pour l'estimation de la valeur nutritive de l'herbe pâturée ou conservée utilisée dans les rations. Les paramètres étudiés sont : MS, MM, CB et MAT, connaître la valeur des aliments est un élément clé du rationnement.

La comparaison des résultats obtenus, d'abord entre les échantillons analysés puis aux résultats des autres auteurs travaillant sur des fourrages naturels ou spontanés : (ANDRIEU et WEISS, 1981), (IRMOULI, 1995), (ALANE, 2007), (VIDJANNONI, 2007) ainsi que les tables INRA (2010), montre que l'évolution de la composition chimique est comparable à ces derniers, mais avec des marges de variation, plus au moins importantes, qui peuvent s'expliquer par l'effet du climat, notamment, des température, pluviométrie, nature du sol et aussi la fertilisation pour les fourrages cultivés.

Ainsi, Les conditions pédoclimatiques et les pratiques de conduite influencent la composition floristique et le rendement des prairies permanentes. Elles peuvent aussi influencer sur leur valeur alimentaire (Rodrigues et al. 2007).

Selon Rodrigues et al., (2007), Les variations de la composition botanique entre prairies vont affecter leur valeur nutritive, d'une part à cause des différences de digestibilité entre espèces mesurées à un même stade et d'autre part à cause des différences de stade de maturité entre espèces qui affectent la composition morphologique de la prairie et en particulier le rapport feuilles / tiges et donc la digestibilité .

Ainsi, pour l'ensemble des fourrages verts étudiés : mélange (herbe), graminées et légumineuses, nous constatons que la teneur en MS de l'herbe pâturée augmente lentement pendant la période de pâturage, alors que pour les graminées et les légumineuses, nous constatons une diminution de la MS. Ceci est dû au climat tempéré chaud de la région d'étude, vu qu'elle se trouve à une altitude supérieure à 800 m et des précipitations qui dépassent les 1053 mm/an. Les caractéristiques du climat de la région, permettent au fourrage d'être toujours riche en eau et pauvre en MS surtout chez les légumineuses qui sont riches en feuilles.

On peut conclure qu'une diminution importante de la température ou beaucoup d'humidité conduisent à une diminution du taux de MS.

Donc, la teneur moyenne en MS de l'herbe pâturée est de 176,9 g/kg de MS, avec des valeurs extrêmes de 149,4 et 195,5 g/kg de MS alors que celle de la moyenne de la totalité des échantillons est de 194,0 g/kg de MS, valeur comparable à celle donnée par Demarquilly et Andrieu (1992), qui eux transmettent une teneur moyenne en MS de l'herbe exploitée au stade de pâturage de 192 g/kg de MS avec des variations extrêmes de 125 et 380 g/kg de MS. Même valeur est trouvée par les mêmes auteurs chez des prairies naturelles : 192 g/kg de MS et des variations extrêmes de 110 et 350 g/kg de MS.

Cependant, Vidjannagni (2007) trouve une moyenne supérieure à la notre : 225 g/kg de MS, avec un maximum de 482 et un minimum de 134 g/kg de MS, alors que la moyenne totale est de 210 g/kg de MS mais sur des fourrages culvés composés d'une association d'une graminée et d'une légumineuse.

Cependant, La teneur moyenne en MAT varie avec la période et les conditions de pâturage. Logiquement, quelque soit le numéro du cycle, le vieillissement de la plante entière va de paire avec une réduction de la teneur en MAT qui est due à la baisse du rapport feuilles / tiges avec l'âge, car les feuilles sont plus riches en MAT par rapport aux tiges. En revanche, pendant la période de prélèvement des échantillons, la teneur en MAT a augmenté positivement surtout pour les légumineuses.

Ceci peut s'expliquer par les conditions climatiques de la région qui sont très favorables à la croissance des fourrages et qui laissent le fourrage toujours jeune, aussi par le stade végétatif des plantes prélevées qui était différent selon les espèces : le stade « épi à 10 cm » et « début épiaison » pour les graminées et « début bourgeonnement » et « bourgeonnement » pour les légumineuses.

La valeur moyenne en MAT de l'herbe pâturée est de 198,3 g/kg de MS, valeur supérieure à celle donnée par Boudechiche et al., (2010), ces derniers ont trouvés une valeur de 145 g/kg de MS soit une différence de 26,88 %. Cependant, une valeur de 214,8 g/kg de MS a été trouvée pour le mélange graminées-légumineuses.

Au début du cycle, la teneur en CB des graminées et du mélange pâturé, diminue puis augmente dans la 2^{ème} partie du cycle. On déduit que l'augmentation de teneur moyenne de la CB est du même niveau que la diminution de la teneur en MAT.

2.2. Valeurs énergétiques et azotées

Les valeurs énergétiques et azotées ont été estimées à partir de la composition chimique et ce grâce à l'utilisation du logiciel PrivAlim. Ce dernier permet, à partir du résultat de l'analyse, de calculer la valeur nutritive d'un aliment exprimée en UF et

PDI ainsi que la valeur d'encombrement pour les fourrages et d'utiliser ces valeurs dans INRAtion.

Concernant la valeur énergétique et azotée, celle-ci ne variant pas trop entre les échantillons étudiés surtout en ce qui concerne la valeur énergétique (UFL et UFV). Ainsi, les résultats montrent que l'herbe pâturée est plus riche en énergie que les graminées (0,95 UFL \pm 0,07 ; 0,92 UFV \pm 0,08) ou les légumineuses qui eux présente une même valeur énergétique ainsi que les G + L) (0,92 UFL \pm 0,48 et 0,87 \pm 0,05) et 0,92 UFL \pm 0,04 et 0,87 UFV \pm 0,05 respectivement.

Les résultats de valeur énergétique de l'herbe analysé sont inférieure à inférieure aux résultats trouvés par Salhi 2015 pour les fourrage de plaine de Chleff, les valeurs sont respectivement de 0,95 UFL ; 0,92 UFV et 1,03 \pm 0,16 UFL et 0,97 \pm 0,20 UFV. Cependant, nos valeurs sont supérieures à ceux trouvés par Boudechiche et al., (2010) pour les fourrages printemps de plaine de Constantine : 0,71 UFV /kg de MS.

Pour ce qui est de la valeur azotée, nos résultats présentent en générale de bonnes valeurs azotées (supérieurs à 100 g de PDI). Ainsi, les valeurs azotées sont respectivement de 103,5 \pm 8,62, 90,25 \pm 4,5 et 103,8 \pm 3,49 g de PDI pour l'herbe pâturée, les graminées et les légumineuses. Nous constatons que l'herbe pâturée et les légumineuses présentent une même valeur azotée (supérieur à 100 g de PDI), alors que les graminées ont une valeur plus faible. Ces valeurs confirment que les légumineuses sont plus riches en azote que les graminées, par contre l'herbe pâturée qui est composée d'un mélange de graminées et de légumineuses, présente une valeur azotée plus élevé.

Cette conclusion affirme que parmi les avantages de l'utilisation d'un mélange fourrager (présence de légumineuses avec des graminées), on a la possibilité d'avoir des champs productifs sur une plus longue période, et maintenir une bonne qualité de fourrage.

Que ce soit pour la composition chimique ou pour la digestibilité de la MO qui est le meilleur critère d'évaluation de la valeur énergétique, des différences importantes existent entre deux espaces de deux grandes familles (graminées et légumineuses) telles que les légumineuses qui sont très riches en azote, par rapport aux graminées.

En effet, le tableau n°9, montre qu'il y a des différences entre familles et l'herbe, concernant la digestibilité de la MO et des NDF ainsi que les teneurs en MS, en MAT et en CB.

Ainsi que les PDIN dépendent directement des MAT dégradables et les PDIE sont liées à la digestibilité de la matière organique.

Tableau n°10 : Les moyennes de la composition chimique et digestibilité et valeur nutritive des fourrages verts étudiés (en %).

	Graminées (G)	Légumineuses (L)	Herbe pâturée (M)
MS (%MV)	21,36 ± 2,93	19,16 ± 2,62	17,69 ± 1,87
d.MO (%)	82,11 ± 4,10	79,40 ± 2,90	81,91 ± 3,46
MAT (% MS)	16,61 ± 3,10	27,36 ± 2,53	19,83 ± 4,63
CB (% MS)	21,18 ± 3,19	17,57 ± 3,21	18,74 ± 3,03
UFL /kg de MS	0,92 ± 0,48	0,92 ± 0,04	0,95 ± 0,07
UFV /kg de MS	0,87 ± 0,05	0,87 ± 0,05	0,92 ± 0,08
PDIE g	90,25 ± 4,5	103,8 ± 3,49	103,5 ± 8,62
PDIN g	106,75 ± 20,29	176 ± 14,40	130,67 ± 30,11
d.NDF (%)	76,78 ± 5,15	72,86 ± 5,36	80,76 ± 5,11

Les résultats donnés dans le tableau n°10 montrent, que les graminées et l'herbe pâturée ont une bonne digestibilité : d'environ 82 %, par contre, les légumineuses sont moins digestibles malgré leur richesse en MAT (274 g/kg de MS). Ceci peut s'expliquer par la faible digestibilité des NDF des légumineuses dû à leurs pauvretés en glucides solubles et en fructosanes.

Cependant, il n'y a aucune différence concernant la teneur en CB entre les deux familles et l'herbe pâturée de Yakouren. Ceci concorde avec les nombreux résultats (Colburn et Evans, 1967 ; Demarquilly et Jarrige, 1973 et Demarquilly et Andrieu, 1992) qui affirment que les graminées sont plus riches en CB que les légumineuses et le fourrage de prairie (tableau n°10).

Ainsi les valeurs de CB de nos échantillons sont respectivement de 21,18 ± 3,19 %, 17,57 ± 3,21 % et 18,74 ± 3,03 % respectivement pour les graminées, les légumineuses et pour l'herbe de pâturage (tableau n°10).

Aussi, nos résultats ont démontré que pour tous les fourrages étudiés, la digestibilité est élevée pendant les premiers stades de croissance, elle diminue au fur et à mesure que le stade pâturage avance. Ce résultat prouve que les fourrages étudiés ont été prélevés pendant le stade de pâturage qui convient au stade épi « 10 cm » et au stade début épiaison pour les graminées et les stades « début bourgeonnement » et « bourgeonnement » pour les légumineuses.

Cette diminution de la digestibilité est suivie d'une augmentation de la teneur en CB et d'une diminution de la teneur en MAT. Ce qui rejoint les résultats des nombreuses recherches réalisées à l'étranger notamment Demarquilly et Weiss (1981).

En effet, la digestibilité des fourrages étudiés est liée négativement à leur teneur en CB et positivement à leur teneur en MAT.

L'association des graminées et des légumineuses donne parfois de meilleures prévisions de la digestibilité pour l'ensemble des fourrages. Aussi, la composition chimique et l'âge des fourrages sont de meilleurs critères pour prédire la digestibilité de la d.MO et la valeur nutritive.

Il est à signaler que nous avons rencontrés beaucoup de difficultés dans le dépouillement, l'exploitation et l'interprétation des différents résultats. Ceci est d'abord lié à la présentation des résultats qui diffèrent d'un auteur à un autre et d'une école à une autre. Pour une même méthode de mesure de la digestibilité nous avons constatées que le protocole expérimental change d'un auteur à un autre, ce qui conduit forcément à des résultats différents pour un même fourrage.

Les résultats de la composition chimique et de la valeur nutritive et de la digestibilité sont pratiquement tous exprimés en fonction du 1^{er} cycle, et cela diffère aussi d'un travail à un autre ce qui constitue un handicap dans la comparaison des résultats entre eux. Il serait donc plus facile d'exploiter les fourrages lorsqu'ils arrivent au stade pâturage c'est-à-dire épis « 10 cm ».

Conclusion

3. Conclusion générale

Nous ne pouvons pas tirer de conclusions très objectives, ceci est dû d'une part au nombre insuffisant, des échantillons exploités lors de notre expérimentation et aux travaux utilisés et d'autre part aux résultats eux même qui sont très difficiles à exploiter.

Cette étude nous confirme, qu'il est nécessaire de déterminer la composition chimique des fourrages dans les conditions algériennes afin d'établir nos propres tables de valeurs alimentaires.

Ce travail nous a permis de connaître la teneur en constituants pariétaux de certains fourrages naturels dans la willaya de Tizi-Ouzou, la région de Yakouren. Ainsi que leur évolution au cours du 1^{er} cycle de saison de pâturage.

Et aussi nous avons constatées que certains facteurs climatiques tels que l'âge et le climat, ainsi que leurs incidences sur les réactions métaboliques ainsi que sur le plan digestif.

Ce travail est une première contribution à la détermination de la valeur nutritive des fourrages naturels de la zone montagneuse. Cette dernière a été déduite grâce au logiciel PrivAlim qui lui, à partir de la composition chimique (MS, MM, CB et MAT) des fourrages, qu'on a pu estimer la digestibilité et la valeur nutritive de nos fourrages.

La connaissance de la valeur nutritive, des fourrages et des concentrés, est très importante pour les éleveurs et ce afin de faire coïncider les besoins des animaux avec les apports alimentaire (énergie, azote, minéraux et vitamines).

L'herbe pâturée, c'est un aliment de qualité si elle est pâturée au bon stade. Pour cela, il faut prendre la hauteur de l'herbe qui nous donne, en plus, de la quantité de MS disponible pour les animaux en tonne/ha, la hauteur de l'herbe peut nous indiquer le stade végétatif des fourrages. L'herbomètre est un outil de mesure efficace pour la gestion des pâturages, ce qui permettra à l'animal d'avoir toujours un fourrage de bonne qualité.

A la fin de cet essai, on conclut que, les résultats de la valeur énergétique et azotée de l'herbe pâturée, sont de bonnes qualités, ils sont respectivement de : 0,95 UFL/kg de MS, 0,92 UFL/kg de MS, et 103,5 g de PDI.

Références

Références

Achir O. et Kireche B., (1997) : Alimentation des ruminants : Etude de quelques résultats de recherche obtenus à l'INRA (1975 – 1995). Mémoire d'Ingénieur en Zootechnie. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Département des Sciences Agronomiques. Consulté le 08/05/2017.

Agri Réseau, (2003) : Potentiel fourragère d'un mélange de graminées. [http:// www.agri.gouv.qc.ca](http://www.agri.gouv.qc.ca) denis ruel@agri.gouv. qc.ca. révisé le 2 juillet 2003.

Alane Farida, (2007). Valeur nutritive des légumineux fourragers cas des luzernes (Genre MEDICAGO). Institut national agronomique EL-HARRACHE.

André Voisin, (2001) : Productivité de l'herbe. Edition France Agricole. Consulté le 21/06/2017.

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.

Andrieu J., Weiss Ph., (1981). Prévion de la digesbi lité et de la val eur éner géques fourrages verts de graminées et de légumineuses. In prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA.

Aufrere J., 1982: Etude de la prevision de la digesbi lité des fourrages par une méthode enzymatique. Annales Zootechniques, 31, 111-130.


Bailey R. W., (1973): « Structural carbohydrates », In Chemistry and biochemistry of herbage. Ed Bul & G . W., Academic press, Volume 1, pp 207 – 211.

Baumont et al., 2007. La diversité spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire. Valeur alimentaire des couverts multi-pécifiques.

Baumont R., (2011): La valeur alimentaire des fourrages: rôle de la diversité spécifique et de Technique de conservation. Consulté le 27/06/2017.

Baumont R., Aufrère J., Meschy F., (2009) : valeur alimentaire des fourrages rôle des pratiques de cultures, de récolte et de conservation. In fourrage (2009) p 198,153, 173.

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

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 prévion. In Alimentation des bovins, ovins et caprins, Tables INRA 2007, Edions  , pp. 149-179.

Baumont R., et al., 2008 : La diversité spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire. In « revue fourrage ». 194, 206, 189. Consulté le 25.06.2008.

Boudechiche M., Boudechiche L., Ferhat R. et Tahar A., (2010): Relationship between availability of grass, food intake and grazing activities of sheep. Relation entre disponibilités en herbe, ingestion et activités alimentaire de bélier au pâturage. Département d'agronomie. Université d'EL Tarf, EL Tarf. Algérie et Département de Biologie. Université Badji Mokhtar. Annaba. Algérie.

Boudour Khadidja, (2014). Contribution à l'étude de la valeur alimentaire de quelques variétés de luzerne pérenne cultivées dans le bas de Chélif. Thèse de Magister .université de Hassiba Ben Bouali Chleff

Brunel A., Pan S ., (1949) : « Hémicelluloses », in, Traité pratique de chimie végétale, Imprimerie Georges Frères, Tourcoing, France, pp 141 – 156.

Colburn ET Evans, (1967): Chemical composition of the cell-wall constituent and acid detergent fiber fractions of forages. J. Dairy Sci., N°50, 1130 – 1135.

Crémer, (2015). Le pâturage des prairies permanentes. P6

Daou Hassiba, (2016) : Identification de quelques plantes fourragères spontanées dans la localité de Tizi-Ouzou en vue de l'exploitation de ces ressources en alimentation animale et réalisation d'un herbier. Mémoire Master Académique en Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Defrance P. Delaby L. et Seuret J.M., (2004) : Mieux connaître la densité de l'herbe pour calculer la croissance, la biomasse d'une parcelle et le stock d'herbe disponible d'une exploitation.

Deinum B. et Dirven J.G.P., (1972): influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of Congo grass Neth J. cite par Goui Malika.

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. 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.

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, Landbouwhogeschool Wageningen, pp 29 – 41.

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

Delagarde R. (2010) : Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier. Institut de l'élevage UMT RIEL INRA. Edion OJAÉ . Consulté le 20/04/2017.

Demarquilly C, 1981. Prédiction de la valeur nutritive des aliments des ruminants Paris, Inra Edion , 580 p.

Demarquilly C.- INRA, (1988) : la valeur nutritive des fourrages et leur rôle dans l'alimentation des ruminants. Coédition Cemagref Institut de l'élevage Lavoisier Tec et Doc.

Demarquilly C., (1986). Les matières azotées des plantes fourragères. Le sélectionneur Français (37) :25-38.

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

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., et Jarrige R., (1973): The composition nutritive value of grass and legumes vaxtodling, N°28, pp 33 – 48. Citée par Semsar Sonya, (2007)

Dubos F. et Pagani S., (2016) : Les graminées, de l'utile à l'ornement. <http://www.jardindesplantes.net/fr/explorez/propos-jardiniers/graminées-utile-ornement> consulté le 09. 10. 2017

Fourrage (2008) : 194, 206, 189. Le 25. 06. 2008, cité par Baumont R., et *al.*, (2008) : La diversité spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire.

Fourrages (2010) : 201, 37, 46. Herb'sim : un modèle pour raisonner production et utilisation de l'herbe. Consulté le 14. 10. 2017.

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.

Giger S., (1987) : Influence de la composition de l'aliment concentré sur la valeur alimentaire des rations destinées au ruminant laitier. Thèse Docteur Ingénieur, INA Paris grignon.

Giovanni R., (1988). Valeur alimentaire des associations graminées/ trèfle blanc.

Goui Malika, (2015) : Etude de la valeur nutritive de quelques aliments utilisés dans l'alimentation du bétail dans la région de GHARDAIA. Mémoire de Master Académique département des sciences Agronomiques Université KASDI MERBAH, OUARGLA.

Gueguen L., Lamande M., Meschy F., 1988. Nutrition minérale. In « Alimentation des bovins, ovins, caprins ». Ed. INRA, pp. 95-111.

Harkin J.M., (1973): "Lignin", In, Chemistry and biochemistry of herbage. Ed Buttler G.W. ET Bailey R.W., Academic press, Volume 1, pp 323 – 373.

Ikare, (2015) : Fiche C2 : La valeur alimentaire des fourrages. Consulté 14/07/2017.

INRA, 1978. Tableaux de la valeur nutritive des aliments. In : Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications, route de Saint-Cyr, 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

IRMOULI Y., (1995). Valeur alimentaire des fourrages : Etude de quelques résultats de recherches effectués en Algérie. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Jarrige R., 1981. Les constituants glucidiques des fourrages : variations, digestibilité et dosage. In : Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA Publications, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, pp. 13-40.

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

Jarrige, R., (1988). Alimentation des bovins, ovins et caprins ; Ed. INRA, PARIS, 471p.

Judd et al., (2001); Guignard et Dupont, (2005); Cronk et al., (2006) : Diversité phénotypique et moléculaire des micro symbiotes du Sulla du Nord (*Hédysarum Coronarium* L.) et solution de souche rhizobiales efficaces. In Sana Dhana Fitouri, 2011. Institut National Agronomiques de Tunisie. Thèse Doctorat en sciences Agronomiques.

Lafreniere et al., (résultats non publiés) cité par Berthiaume et al., (1998). In Samsar Sonya.

Lapeyronie A., (1982). Les productions fourragères méditerranéennes. Tome1. Généralités, caractères botaniques et biologiques. Ed. G.P. maison neuve et larose, paris, 415p.

Le 20/10/2017.

Les 3R : Recherche Rencontre Ruminants, (2007) : Alimentation et valeur nutritive de l'herbe. Consulté le 10. 07. 2017.

L-Vignau-Loustau et C Huyghe, (2008). Stratégies fourragères. Edition France Agricole : 96p.

Mathieu A., Fiorelli J.L. Utilisation d'un herbomètre pour l'interprétation du déroulement d'un pâturage.

Mones B ., (1980): "Les lignines ", in, Les polymères végétaux: polymères pariétaux et alimentaires non azotes, Ed Gauer Villars , Paris, pp 122 – 155.

Morrisson I.M., (1980). Changes in the lignin and hemicelluloses concentrations of ten varieties of temperate grasses with increasing maturity. Grass and forage science. Vol.35: 287-293.

Norman A.G., (1935): The composition of crude fiber » J. Agri. Sci., Series 25, pp 529 – 540.

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.

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., Dourmad J.-Y., Lessiere M., Médal 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.

R. Baumont, D. Basen , A. Féraud, G. Maxin, V. Niderkorn. 2016. Les intérêts multiples des légumineuses fourragères pour l'alimentation des ruminants. Journées AFPP Les légumineuses fourragères et prairiales.

Revue AFPP(2016) :(Associations Française de la Productions fourragère), journée AFPP : 21 et 22 mars 2016. Les légumineuses fourragères et prairiales.

Revue fourrage(2009) : 198, 153, 173. Valeur alimentaire des fourrages : rôles des pratiques de culture de récolte et de conservation.

Revue INRA Prod. Anim., (1988), 1(3), 193-200 : Valeur alimentaire des associations graminées / trèfle blanc. R Giovanni. INRA Saint- Grilles Station de Recherche sur la vache laitière 35590 L'Hermitage.

Samsar Sonya, (2007) : Évolution de la composition chimique et la digestibilité en fonction du stade végétatif de quelques fourrages cultivés dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de magister, département des sciences agronomiques Université de ED SAAD SAHLEB DE BLIDA.

Sauvant D., (1988) : Composition et analyse des aliments. In Jarrige R. : alimentation des Bovins, Ovins, Caprins, Ed INRA, Paris, pp 303 – 313.

Sauvant D., (1988). La composition et l'analyse des aliments. In : Jarrige R. (ed), Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins, 305-314. INRA, Paris.

Sauvant D., 1980. Rapport sur la valeur énergétique et azotée des aliments concentrés. 30. Congrès FEZ, Commission nutrition, Munich 1980.

Sauvant D., 1981. Prédiction de la valeur énergétique des aliments concentrés et composés pour les ruminants. In : Prédiction de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA Publications, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, pp. 237-258.

Sauvant, D., (1988). La modélisation de la digestion dans le rumen. Reperd. Nuer. Dev.28, suppl. 1, 33-58.

Schori F., (2013) : Mesurer la hauteur d'herbe des pâturages et prairies. Consulté le 14/07/2017.

Scouri F., (2007): Nutrition value of grass grazing by dairy cows at different stocking rates under organic farming conditions. Consulté le 04/09/2017.

Soltner D., (1986) : Alimentation des animaux domestiques. 17eme Ed. Colloque sciences et techniques agricoles. 399p. citée par Khadidja Boudour.

Tisserand, J. L., (1991). Fourrages et sous-produits méditerranéens. Présentation des tables de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Opon méditerranéenne. Série A n° 16, pp 23-25. (In Goui Malika).

Tisserand, J., 1991 : Fourrages et sous produits méditerranéens. Présentation des tables de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous produits d'origine méditerranéennes. Opon méditerranéenne. Série A n°16, pp 23-25. (in GOUI Malika).

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.

Verite J., Peyraud L., 1988 : Nutrition azotée. In « Alimentation des bovins, ovins, caprins ». Ed. INRA.

Vermorel et al., (1987): Prédiction du système des unités fourragère. Bull, Tech, CRZV Theix, INRA, n°70, 1987.

VIDJANNAGNI Delphin Severin, (2007). Digestibilité in vitro et valeur nutritive de ressources alimentaires des petits ruminants. Dans le département de l'Atlantique. Département de sciences et techniques de Production Animale (DSTPA).

Voisin A., 2001 : Productivité de l'herbe. Edition France Agricole, Paris.

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. Cite par Smsar Sonya.

Wilson J.R., Fort C.W., (1971): Temperature influences on the growth, digestibility and carbohydrate composition of tow tropical grass, Panicum maximum var. Trichoglume and Setaria sphacelata, and tow cultivars of the temperate grass lolium perenne. Aust. J. Agric. Res., N°22 pp 563 – 571.

Wilson. J.R. (1981): Environmental and nutritional factors affecting herbage quality, In, Nutritional limits to animal production from pasture. Ed. By J.B. Hacker Farnham Royal, commonweather agricultural Bureaux, UK., pp 111 – 13.

www.gnis-pedagogie.org/fourragere-espece-graminee.html. Les graminées fourragères - Gnis Pédagogie. Consulté le 20/10/2017

www.gnis-pedagogie.org/fourragere-espece-legumineuse.html. Et
www.ecosociosystemes.fr/legumineuse.html. Les légumineuses fourragères - Gnis Pédagogie. Consulté le 20/10/2017

Annexe 1 : Les équation utilisées par le logiciel Prévalim

0,94	UFL	$UFL = ENL / 1700 ; q = EM / EB ; ENL = EM \times (,463 (,24 \times q))$
0,91	UFV	$UFV = ENEV / 1820 ; q = EM / EB ; ENEV = EM \times (((,3358 \times q \times q) + (,6508 \times q) + ,0050) / ((,9235 \times q) + ,283))$
151,00	PDIN	$PDIN = PDIA + PDIMN ; PDIMN = MAT \times (1 - 1,11 \times (1 - (DT / 100))) \times ,9 \times ,8 \times ,8$
107,00	PDIE	$PDIE = PDIA + PDIME ; MOD = MO \times (dMO / 100) ; MOF = MOD - (MAT \times (1 - (DT / 100))) - EE ; EE = 30 ; PDIME = MOF \times ,145 \times ,8 \times ,8$
0,87	UEM : QIM	$UEM : QIM = -16,0 + (,806 \times dMO) + (,115 \times MAT) + (,686 \times MS) ; UEM = 75 / QIM$
0,92	UEL : QIL	$UEL : QIL = 66,3 + (,655 \times dMO) + (,098 \times MAT) + (,626 \times MS) ; UEL = 140 / QIL$
0,90	UEB : QIB	$UEB : QIB = 6,44 + (,782 \times dMO) + (,112 \times MAT) + (,679 \times MS) ; UEB = 95 / QIB$
81,61	dMO	$dMO = 90,1 + (-,095 \times CB) + (,044 \times MAT)$
51,00	PDIA	$PDIA = MAT \times (1,11 \times (1 - (DT / 100))) \times (dr / 100)$
4174,00	EB	$EB = (4531 + (1,735 \times MATo) + -11,0) \times (MO / 1000) ; MATo = MAT / (MO / 1000)$
78,03	dE	$dE = -,068 + (,957 \times dMO)$
2614,00	EM	$EM = EM/ED \times ED ; ED = EB \times (dE / 100) ; EM/ED = ,01 \times (84,17 - (,0099 \times CBo) - (,0196 \times MATo) + (,0196 \times NA)) ; NA = 1,7 ; MATo = MAT / (MO / 1000) ; CBo = CB / (MO / 1000)$
78,68	DT	$DT = 51,2 + (,140 \times MAT) + (-,00017 \times MAT \times MAT) + 4,4$
94,84	dr : PANDI	$dr : PANDI = 7,9 + (,08 \times MAT) + (-,00033 \times MAT \times MAT) + -2 + -2,3 + -1,9 ; dr = 100 \times (1,11 \times (1 - (DT / 100))) \times MAT \times PANDI / (1,11 \times (1 - (DT / 100))) \times MAT$
482,00	NDF	$NDF = 306 + (,900 \times CB)$
238,00	ADF	$ADF = 76,0 + (,830 \times CB)$
0,70	CAR_P	$CAR_P = ,70$
0,35	CAR_Ca	$CAR_Ca = ,35$
80,47	dCB	$dCB = 100 \times (1 - (CBnd / CB)) ; CBnd = 389 + (-4,3 \times dMO) ; dCB = 100 \times (1 - (CBnd / CB))$
83,66	dADF	$dADF = 100 \times (1 - (ADFnd / ADF)) ; ADFnd = 491 + (-5,54 \times dMO)$
83,08	dNDF	$dNDF = 100 \times (1 - (NDFnd / NDF)) ; NDFnd = 785 + (-8,62 \times dMO)$

Quelques lexiques

Biomasse (d'une prairie) : quantité de la matière sèche d'herbe présente par hectare de prairie à un instant donné. C'est une composante essentielle, au même titre que la hauteur, de l'état du couvert végétal. Elle se mesure généralement par une coupe mécanique, au dessus de 4 ou 5 cm du sol ou bien au ras du sol. Les biomasses esmées au dessus de 4-5 cm sont très différentes de celles rases du sol, en raison d'une densité très forte du couvert dans les premiers centimètres.

Cellulose brute (CB) : résidu organique d'un aliment obtenu à l'issue de deux hydrolyses successives (H_2SO_4 0,26 N puis KOH 0,23 N) selon une méthode dérivée de celle de Weende. La CB n'est pas proportionnelle à la teneur en parois végétales des aliments, elle ne traduit pas les variations de composition de ces parois entre espèces végétales. La CB s'exprime en g/kg de MS.

Croissance de l'herbe : matière sèche d'herbe produite par un hectare de prairie en une journée. Elle varie généralement de 0 (hiver) à environ 100 kg ms/ha/jour (pleine pousse de printemps).

Densité énergétique (DER) : rapport de la teneur en UF de l'aliment (par kg de MS), ou de ration, à sa valeur d'encombrement (UE par kg de MS). On peut définir également la concentration énergétique d'un aliment ou d'une ration qui s'exprime en UFL ou UFV par kg de MS.

Densité d'un couvert végétal : rapport entre la biomasse et la hauteur d'herbe mesurée à l'herbomètre. Elle est exprimée en kg MS/ha/cm, et se calcule généralement au dessus de 5 cm.

Disponibilité en herbe au pâturage : terme générique représentant l'offre alimentaire et caractérisant les conditions de pâturage, qui détermine la faculté des animaux à couvrir leur capacité d'ingestion potentielle. La disponibilité en herbe intègre des aspects qualitatifs de l'état de la prairie comme la hauteur, la biomasse ou la proportion de feuilles, qui déterminent sa préhensibilité, et des aspects quantitatifs de l'offre alimentaire, comme la surface offerte, le temps de séjour et la quantité d'herbe offerte.

Encombrement du rumen : quantité de matière sèche présente dans le rumen. Les aliments distribués sous forme non broyée, les fourrages plus particulièrement, sont retenus dans le rumen (+ réseau) pendant le temps nécessaire à leur réduction en fines particules sous l'action de mastication lors de l'ingestion et surtout la rumination cumulée à la digestion. Ils y exercent un effet d'encombrement, qui augmente en même temps que la proportion de parois végétales car ces dernières sont les plus résistantes à la mastication. C'est sur ce principe qu'est fondé le système des unités d'encombrement.

Energie brute (EB) : quantité de chaleur produite au cours de la combustion complète d'un gramme de composé organique dans un calorimètre en présence d'oxygène. La teneur en énergie brute d'un aliment est exprimé en kilocalories par gramme de matière sèche ou mégacalorie par kg de M. dans le système international des unités de mesure, l'énergie brute est exprimé en kilojoules ou mégajoules : 1kcal = 4,185 kJ ; 1 Mcal = 4,185 MJ.

Energie digestible (ED) : l'énergie digestible d'un aliment est obtenue par différence entre son énergie brute et la quantité d'énergie perdue dans les fèces. Comme l'EB, elle peut être exprimée en joules ou en calories.

Energie métabolisable (EM) : l'énergie métabolisable d'un aliment est celle qui est disponible pour le métabolisme de l'organisme. Elle est calculée en soustrayant de son énergie brute les quantités d'énergie perdues dans les fèces et dans l'urine et sous forme de méthane. Elle peut être exprimée en joules ou en calories

Energie nette (EN) : l'énergie nette d'un aliment est la quantité qui correspond aux dépenses d'entretien et de production de l'animal. Elle correspond à l'énergie de la production, soit l'énergie métabolisable diminuée des pertes d'énergie sous forme d'extra-chaleur qui se produisent au cours de l'ingestion et de la digestion de l'aliment et surtout de l'utilisation métabolique des nutriments. L'énergie nette peut être exprimée en joules ou en calories mais pour des raisons pratiques dans les systèmes français d'alimentation des ruminants, on la rapporte à la valeur énergétique d'une orge théorique de référence. Elle est alors exprimée en unités fourragères (UFL ou UFV).

Herbomètre : outil de mesure de la hauteur de l'herbe dans une prairie, constitué d'une tige graduée central et d'un plateau coulissant (30*30 cm) qui exerce une pression sur l'herbe (standardisée à 4,5 kg/m² en France). La hauteur mesurée est donc une hauteur « compressée ».

L'ingestibilité d'un fourrage : quantité de matière sèche d'un fourrage qui est ingérée lorsqu'il est distribué à volonté comme sel aliment. On compare l'ingestibilité des différents fourrages en les distribuant à des animaux de même capacité d'ingestion ; mouton standard d'environ 60 kg a été utilisé pour établir les tables. L'ingestibilité varie fondamentalement en sens inverse de la teneur en parois végétales du fourrage et de l'effet d'encombrement qu'il exerce dans le rumen. Elle dépend en outre de l'appétibilité du fourrage. Elle est exprimée en unité d'encombrement (UE) dans les tables, avec pour référence une jeune herbe de pâturage dont la valeur d'encombrement est par définition \approx 1 UE.

Matières azotées totales (MAT) ou protéines brute(PB) : ensemble des constituants azotés des aliments végétaux : protéines mais aussi acides aminés libres, amides, nitrates... la valeur MAT d'un aliment est calculée en multipliant la teneur en azote total mesuré généralement par la méthode kjeldahl par 6,25. Ce facteur est déduit de la concentration moyenne des protéines en azote qui est de 16% ($1/16*100=6,25$).

Quantité d'herbe offerte : quantité de matière sèche d'herbe moyenne mise à la disposition d'un animal au pâturage en une journée. Elle se calcule par le produit de la biomasse et de la surface offerte moyenne pendant le temps de séjour et est exprimée en kg MS /animal/jour. Cette notion ne s'applique qu'au pâturage en rotation (rationné ou tournant).

Oligo éléments : éléments minéraux qui n'interviennent qu'à dose très faible dans le métabolisme des êtres vivants (systèmes enzymatique, composition d'hormones...).

Valeur nutritionnelle : concentration en éléments nutritifs de la matière sèche des aliments (valeur nutritionnelle énergétique, azotée, minérale...).

Valeur alimentaire : critère associant la valeur nutritionnelle et l'aptitude à être ingéré (estimée par la valeur d'encombrement) des aliments.

Unité fourragère lait (UFL) : quantité d'énergie nette pour la production laitière (ENL) continue dans un kg d'orge de référence (870 g de MS ; 2700 kcal d'énergie métabolisable). 1 UFL = 1700 kcal ou 7115 kJ, soit 7,12 MJ d'énergie nette pour la production laitière.

Unité fourragère viande (UFV) : quantité d'énergie nette contenue dans un kg d'orge de référence (870 g de MS, 2700 kcal d'énergie métabolisable) pour l'entretien et le croît chez l'animal à l'engrais, à un niveau de production de 1,5. 1 UFV = 1820 kcal ou 7617 kJ, soit 7,62 MJ d'énergie nette pour la production de viande.

Résumé

Le but de ce travail est de déterminer la valeur nutritive des fourrages spontanés consommés par les ruminants au début des premiers stades du 1^{er} cycle de la saison de pâturage.

A partir de la composition chimique des aliments: Matière sèche (MS), Matière minérale (MM), cellulose brute (CB) et matière azotée totale (MAT), nous avons pu déterminer les valeurs énergétiques unité fourragère lait (UFL) et unité fourragère viande (UFV) et azotée : protéine digestible au niveau de l'intestin (PDI) de l'herbe pâturée des graminées et des légumineuses, et ce à partir des tables du logiciel PrivAlim élaboré par l'INRA de France. Il ressort que les légumineuses présentent des valeurs moyennes en MAT plus élevées que les graminées soit 21,48% et 16,61% respectivement alors que les valeurs moyennes de la CB des graminées sont plus élevées que celles des légumineuses soit respectivement 21,18% et 17,57%. De ces valeurs, il ressort que la digestibilité de la matière organique (DMO) est meilleure chez les graminées comparativement aux légumineuses alors que les valeurs énergétiques (UFL et UFV) sont comparables pour les deux familles étudiées. Quant aux valeurs azotées enregistrées, les légumineuses dépassent les 100 g de PDI/Kg de MS alors que les graminées sont moins riches en azote avec une valeur de 90,25g de PDI/Kg de MS, cependant pour le mélange de prairie pâturé, nous avons enregistré une valeur moyenne de 103,5g de PDI/Kg de MS.

Mots clés : valeur énergétique, valeur azotée, fourrage spontané, herbe pâturée, légumineuses, graminées, PrivAlim.

Summary

The purpose of this work is to determine the nutritional value of spontaneous forages consumed by ruminants at the beginning of the first stages of the first cycle of the grazing season.

Based on the chemical composition of the feeds: dry matter (DM), mineral matter (MM), raw cellulose (CB) and total nitrogen content (MAT), we have been able to determine the energy values for forage unit milk (UFL) and forage unit meat (UFV) and nitrogen: digestible protein at the level of the intestine (PDI) of grazed grass of grasses and legumes, from the tables of the software PrivAlim developed by INRA of France. It appears that legumes have higher mean values in MAT than grasses, ie 21.48% and 16.61% respectively, while mean values of CB of grasses are higher than those of legumes, respectively 21.18% and 17.57%. From these values, it appears that the digestibility of organic matter (DMO) is better in grasses compared to legumes, whereas the energy values (UFL and UFV) are comparable for the two families studied. As for the nitrogen values recorded, the legumes exceed 100 g PDI / kg of MS while grasses are less rich in nitrogen with a value of 90.25 g PDI / kg DM; however for the mixture of pasture meadow, we recorded an average value of 103.5g PDI / kg of MS.

Key words: Energy value, nitrogen value, spontaneous forage, grazed grass, legumes, grasses, PrivAlim.

ملخص

والغرض من هذا العمل هو تحديد القيمة الغذائية للأعلاف التلقائية التي تستهلكها المجترات في بداية المراحل الأولى من الدورة الأولى لموسم الرعي.

واستنادا إلى التركيب الكيميائي للأعلاف: المادة الجافة (دم)، والمواد المعدنية (مم)، والسليولوز الخام (سب) ومحتوى النيتروجين الكلي (مات)، تمكنا من تحديد قيم الطاقة لوحدة وحدة العلف (أوفل) ووحدة العلف للحم (أوفف) والنيتروجين: بروتين قابل للهضم على مستوى الأمعاء (بدي) من العشب الرعي من الأعشاب والبقوليات، من جداول البرامج بريفاليم التي وضعتها المعهد الوطني الفرنسي في فرنسا. ويبدو أن البقوليات لها قيم متوسطة أعلى في مات من الأعشاب، أي 21.48% و 16.61% على التوالي، في حين أن متوسط قيم سب من الأعشاب أعلى من تلك البقوليات، على التوالي 21.18% و 17.57%. من هذه القيم، يبدو أن هضم المادة العضوية (دمو) أفضل في الأعشاب مقارنة بالبقوليات، في حين أن قيم الطاقة (أوفل و أوفف) قابلة للمقارنة للأسرتين المدروسة. أما بالنسبة لقيم النيتروجين المسجلة، فإن البقوليات تتجاوز 100 غرام بدي / كغ من مس بينما الأعشاب أقل ثراء في النيتروجين بقيمة 90.25 غرام بدي / كغ دم، ولكن بالنسبة للخليط من المرعى المراعي، ونحن سجلت في المتوسط قيمة 103.5g بدي / كغ من مس.

الكلمات الدالة: قيمة الطاقة، قيمة النيتروجين، العلف العفوي، العشب المرعي، البقوليات، الأعشاب، بريفاليم.