

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE & POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR & DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA-1-

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE & DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOMOGIE

VALEUR NUTRITIVE DE FOURRAGE VERT SPONTANE EN FONCTION DES DATES DE RECOLTE

Projet de fin d'étude en vue l'obtention

Du diplôme de Master

**Spécialité : Biotechnologie de l'alimentation &
amélioration des performances animales**

Présenté par : BATAOUI Ahlem

Devant le jury composé de :

Mr. BENCHERCHALI. M	MAA	USDB	Président
Mr. HOUMANI. M	Pr	USDB	Promoteur
Mme. OUAkli.K	MAA	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014/2015

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la santé, le courage et les moyens pour suivre nos études et pour la réalisation de ce travail.

Mes remerciement à mes parents qui n'ont pas cessé ou hésité a tout moment de protégé, de veiller à mon instruction.

Je tiens à exprimer mes profonds remerciements

A ma promoteur monsieur HOUMANI.M d'avoir m'encadrer, mais aussi pour ses conseils et sa patience, aux cours des entretiens

Mes vifs sincères remerciements à monsieur BENCHERCHALI.M pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de présider ce jury

Mes vifs remerciements à :

Madame OUAKLI.K, d'avoir accepté d'examiner et juger ce travail.

Mes remerciements vont :

Aux enseignements de la spécialité de production animale.

A tout mes amis (es) de la Promotion de production Animale (2014-2015).

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chères :

Mes parents, pour ses patiences et son aide illimité

Les deux êtres les plus chères au monde pour toute leur tendresse et leurs sacrifices

Consentis à mon éducation et ma formation et qui n'ont d'égal que le témoignage de la profonde reconnaissance

Mon mari AMINE pour leurs encouragements

Mon frère A.ELHALIM

Mes sœurs : ASMAA, FAYROUZ et SESABIL

A tous mes oncles et tentes

A tous les cousins et cousines

A toute la famille BATAOUI, BOUZIANE, BOUKHALFA

A mes amis SELLAMI Imen, Loubna, Hanan, Imen, Djihad, Sihem, Akila, Amina, Hayat, Imen DJ, Ibtissem, Sofiane, Abdou, Mohamed, Hafidh, Yaakoub, Yasser, Hossine.

A tous les étudiants du département biotechnologie surtout ceux de la spécialité production animale

Liste des abréviations

MS : matière sèche.

MM : matière minérale.

MO : matière organique.

MAT : matière azotées totales.

CB : cellulose brute.

dMO : digestibilité de la matière organique.

dr : digestibilité réelle des acides aminés alimentaires dans l'intestin grêle.

DT : dégradabilité des matières azotées du fourrage dans le rumen.

EB : teneur en énergie brute.

ED : teneur en énergie digestible.

EM : teneur en énergie métabolisable.

UFL : unité fourragère lait.

UFV : unité fourragère viande.

PDIN : protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'azote disponible.

PDIE : protéine digestible dans l'intestin grâce à l'énergie disponible.

PDIA : protéine digestible dans l'intestin d'origine alimentaire.

% : pourcentage.

g : gramme.

Kg : kilogramme.

Liste des tableaux

Tableau 01 : composition et importance des pertes chez la luzerne et le trèfle blanc au cours de la fenaison	7
Tableau 02 : Composition et importance des pertes chez la luzerne et le trèfle violet (Ventilés et séchés au sol).....	8
Tableau 3 : Les ressources fourragères en Algérie.....	11
Tableau 4 : Estimation du cheptel des herbivores	12
Tableau 5 : Bilan fourrager par zone agro-écologique.....	13
Tableau 6 : Composition chimique du fourrage spontané selon la date de récolte.....	20
Tableau 7 : Teneur en énergies brute, digestible et métabolisable.....	22
Tableau 8 : Digestibilité de la matière organique (dMO) selon la date de récolte, digestibilité réelle des acides aminés (dr) et dégradabilité théorique de l'azote (DT).....	23
Tableau 9 : Valeurs énergétiques selon la date de récolte.....	25
Tableau 10 : Valeurs azotées selon la date de récolte.....	27

Liste des figures

Figure 01: Schéma de l'utilisation digestive des matières azotées chez les ruminants3

Figure 02: Effet de la fertilisation sur la composition minérale des fourrages.....5

SOMMAIRE

Introduction.....1

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Facteur de variation de la valeur alimentaire.....2

Chapitre II : place des fourrages naturels dans l'alimentation des herbivores en Algérie11

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

Matériels et Méthodes.....14

Résultats et discussion.....19

Conclusion générale.....28

Références bibliographiques.

RESUME :

Ces fourrages spontanés, sont concernés par la détermination de la composition chimique, la digestibilité et les mesures de valeurs énergétiques et azotées. La composition chimique est déterminée au laboratoire alors que les digestibilités de la matière organique (dMO), des acides aminés dans l'intestin grêle (dr), dégradabilité théorique (DT) sont estimées à partir des équations de l'Inra-France (2008). De même, la teneur en énergie brute est calculée à l'aide de l'équation proposée par Richard et al (1990). Les calculs des valeurs énergétiques et azotées sont effectués selon Andrieu et Weiss (1982), Jarrige (1981) et Mrisson(1976), ces dernières valeurs sont aussi déterminées en utilisant les équations de l'Inra (1988).

L'évolution de la composition chimique des fourrages étudiés est comparable au cours des différents stades de récolte. En effet les teneurs en MS, MO, CB, augmente avec l'âge de la plante, par contre les MAT et MM, qui diminuent avec l'âge.

La digestibilité des composantes chimiques est élevée au début du cycle, puis elle diminue avec l'augmentation du degré de lignification.

La valeur nutritive est plus au moins acceptable pour les fourrages spontanés, exactement au cours des premiers mois d'étude (Mars et Avril).

MOTS CLES

Fourrages spontanés, composition chimique, digestibilité, valeur énergétique et valeur azotée.

SUMMARY

Spontaneous fodder, are concerned with the determination of the chemical composition, digestibility and measures of energy and nitrogen values. The chemical composition is determined in the laboratory while the digestibility of organic matter (OMD), amino acids in the small intestine (dr), degradability (DT) are estimated from the equations of the INRA-France (2008). Similarly, the gross energy content is calculated using the equation proposed by Richard et al (1990). The calculations of energy and nitrogen values are carried out according Andrieu and Weiss (1982), Jarrige (1981) and Mrisson (1976), these values are also determined using the INRA equations (1988). The evolution of the chemical composition of fodder studied was comparable in the different stages of harvest. Indeed the levels of MS, MO, CB, increases with the age of the plant, for against the MAT and MM, which decrease with age. The digestibility of chemical components is high at the beginning of the cycle, and then decreases with increasing the degree of lignification. The nutritional value is at least acceptable for spontaneous fodder, exactly during the first months of study (March and April).

KEYWORDS

Spontaneous fodder, chemical composition, digestibility, energy value and protein value.

القيمة الغذائية للعلف الاخضر الطبيعي

العلف الطبيعي اتخذ عشوائيا. يتم تحديد التركيب الكيميائي في المختبر بينما تقدر هضم المواد العضوية , و الاحماض الامينية في الامعاء الدقيقة من معادلات INRA(2007). بالمثل يتم حساب المحتوى الاجمالي من الطاقة باستخدام المعادلة التي اقترحها Andrieu et Weiss(1982) , Jarrige (1981) etMorisson(1976).

التطور الكيميائي لمختلف هذه العناصر المدروسة متشابهة خلال مختلف المراحل الفيزيولوجية

قابلية الهضم للمركبات الكيميائية تزداد في بداية عمر النبتة ثم تتخفف مع زيادة سمك اللحاء.

القيمة الغذائية بزيادة او نقصان صحيحة الى اغلبية الانواع بالأخص على مستوى المراحل الفيزيولوجية الاولى.

العلف العفوية, التركيب الكيميائي, هضم, قيمة الطاقة و قيمة البروتين.

INTRODUCTION

Le taux de couverture des besoins énergétiques du cheptel animal algérien est de 67,55 % alors que celui des besoins azotés est de 45,6% **(CHEMLAL 2014)**. Ceci est dû à une insuffisance de production fourragère nationale. Le potentiel fourrager est fourni par les prairies naturelles, les parcours steppiques, les fourrages cultivés, les parcours forestier, les jachères, les pailles et les chaumes de céréales. **(GREEDAL, 2001 ; CHAMLAL, 2014)**.

Le déficit est estimé à plus de 4,5 milliards d'unités fourragères lait pour l'énergie et près de 700 000 tonnes pour l'azote exprimé en protéines digestibles dans **l'intestin (CHAMLAL, 2014)**.

Ce déficit fourrager chronique ne peut être réduit qu'avec l'exploitation d'espèces fourragères performantes adaptées aux conditions climatiques locales. Une telle solution salubre nécessite d'importants investissements dans la sélection d'espèces fourragères et dans la formation d'agents développeurs, par conséquent de nombreuses années sont nécessaires au développement d'une telle solution obligatoire et radicale.

Actuellement, les fourrages spontanés sont utilisés en vert (pâturés ou fauchés) mais aussi fanés pour être utilisés en foin toute l'année dans la ration de base des ruminants sans que leur valeur nutritive ne soit connue avec précision..

Dans ce travail, nous apportons une contribution, fut-elle modeste, à la connaissance de la composition chimique et de la valeur nutritive des fourrages spontanés dans le centre de la Mitidja.

CHPITRE I : FACTEURS DE VARIATION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE

La valeur alimentaire d'un aliment intègre deux notions, la valeur nutritive de l'aliment et son ingestibilité. **La valeur nutritive représente** la teneur en éléments nutritifs digestibles alors que l'ingestibilité rend compte de la quantité volontairement ingérée par l'animal lorsque l'aliment est offert à volonté (**DEMARQUILY, et WEISS, 1970**).

GROSSET (1962) définit la valeur alimentaire comme étant la quantité d'éléments nutritifs apportés par l'aliment au ruminant qui le consomme.

I-1 Les caractéristiques physicochimiques

I-1-1 La teneur en MAT

Selon **ROBERGE et TOUTAIN (1999)**, la valeur azotée dépend avant tout de la teneur en matières azotées totales (MAT) du fourrage. Leur utilisation par l'animal est évaluée par deux groupes de critères :

- La matière azotée apparemment non digestible *in vivo* (MAND) et par différence, la matière azotée digestible (MAD) : $MAD = MAT - MAND$
- Les indicateurs de digestion dans le rumen et dans l'intestin sont définis dans les nouveaux systèmes de rationnement des ruminants.

Pour évaluer la teneur en protéines vraies digestibles dans l'intestin (PDI), il faut prendre en compte la dégradation de la matière azotée dans le rumen.

Deux valeurs PDI sont déterminées pour chaque aliment ; celle qui dépend de la teneur en énergie fermentescible ou dégradable dans le rumen (PDIE), et celle qui dépend de la teneur en azote fermentescible (PDIN).

Ce système permet ainsi de connaître la digestibilité des protéines alimentaires au niveau de l'intestin grêle, et les quantités de protéines alimentaires non dégradées dans l'intestin. Ceci permet de prévoir les effets d'association entre les aliments et les effets d'azote adéquats (**JARRIGE, JOURNET et VERITE, 1978**). Selon les mêmes auteurs, ce système permet également de bien quantifier

le rôle de l'apport énergétique et la fermentescibilité dans l'utilisation digestive de l'azote (figure 01).

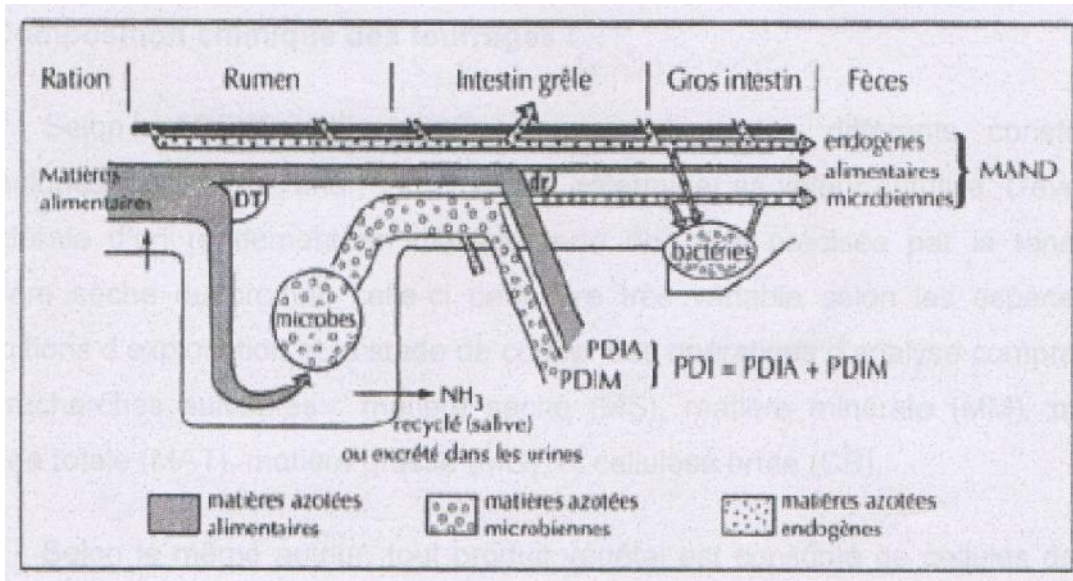


Figure 01: Schéma de l'utilisation digestive des matières azotées chez les ruminants (adapté de VERITE et PEYRAUO, 1988)

I-1-2 La teneur en NDF

La fraction fibreuse non soluble dans un détergent neutre, communément appelé NDF (Neutral Détergent Fiber = NDF) contient l'hémicellulose, la cellulose, la protéine et les minéraux liés à la fibre, la protéine endommagée par la chaleur et la lignine en soustrayant ADF et NDF.

A partir du NDF, on peut estimer l'ingestion volontaire d'un fourrage. La proportion de fibre NDF d'un fourrage est donc l'indice de sa valeur alimentaire.

I-1-3 La teneur en MS

Selon **SCHROEDER (2010)**, la matière sèche est le pourcentage du fourrage qui n'est pas l'eau. La teneur en matière sèche est importante parce que tous les besoins des animaux sont faits sur la base de la matière sèche. Il serait impossible de comparer différents fourrages sans utiliser le pourcentage de matière sèche comme une ligne de base. Elle est déterminée par séchage à 103°C à l'étuve jusqu'à obtention d'un poids constant. De plus, cette valeur permet

de comparer les caractéristiques de différents fourrages entre eux (**Centre provincial de l'agriculture et de la ruralité, 2006**).

I-1-4 La composition morphologique

I-1-4-1 La racine :

Les fourrages représentent des renflements ou nodosité, ce sont des radicelles déformées à la suite d'une infestation par des bactéries ; les rhizobiums. Il s'établit une symbiose entre les fourrages et la bactérie (**GUIGNARDS, 1983**).

Les racines sont en général, ramifiées et épaisses. Elles présentent de longs stolons horizontaux (**BEZANGER et BEAUQUESNEL, 1980**). Certains sont fasciculées et relativement peu profonds.

I-1-4-2 Les tiges :

Les tiges sont soit volubiles, grimpantes par des vrilles comme chez le Lathyrus (**GAUSSEN, 1982**) soit ascendantes ou dressées, creuse cylindrique portant des nœuds.

I-1-4-3 Les feuilles

Les feuilles sont alternées, composées et stipulées ; Elles peuvent évoluer vers une feuille simple ou composé pennée (**Anonyme, 2004**).

I.2. Caractéristiques agronomiques

I-2-1 L'espèce fourragère

Il a été démontré par plusieurs travaux, qu'au sein d'une même famille fourragère, il existe des différences dans la composition chimique entre les espèces et les variétés de la même espèce.

Entre graminées et légumineuses, il existe des différences relativement systématiques du point de vue composition morphologique et chimique. Le tableau 1 met en évidence des différences de composition chimique de foin de plantes de prairies, provenant d'un sol argilo-calcaire, et récoltées en début de floraison (**LAPEYRONIE, 1982**).

I-2-2 l'âge de repousse

De nombreux travaux ont montré que la composition chimique d'un fourrage est modifiée au cours de l'âge, cette modification affecte surtout les matières azotées et la cellulose brute.

C'est ainsi qu'avec l'âge, les plantes s'enrichissent en cellulose brute au dépend des matières azotées jusqu'à ce qu'elles s'emprennent de la lignine (**JARRIGE et DEMARQUILLY, 1974**), entraînant par là une diminution de la digestibilité du fourrage (**DEMARQUILLY, 1981**).

Le rapport feuille/tige est le principal paramètre qui met en évidence les variations qualitatives de la plante (DUBE, 1978), et la diminution de la proportion des feuilles au profit des tiges est un facteur déterminant d'évolution de la composition des plantes fourragères (**DEMARQUILLY et WEISS, 1970**).

I-2-3 La fertilisation

La productivité et la valeur des fourrages dépendent étroitement de l'application d'engrais minéraux, notamment les engrais azotés.

La fertilisation azotée accroît la surface foliaire, le nombre de talles, le poids des tiges ainsi que des feuilles ; Elle augmente la production d'herbe et diminue le sucre dans la plante (**CHENOST, 1973 ; HARTWIG et al, 2002**).

De même, les engrais potassique entraînent une augmentation de la teneur en potassium des plantes. Ils améliorent le taux de calcium et de magnésium et enfin, ils diminuent le taux de sodium (**PERIGAND, 1975**) (**Figure 2**).

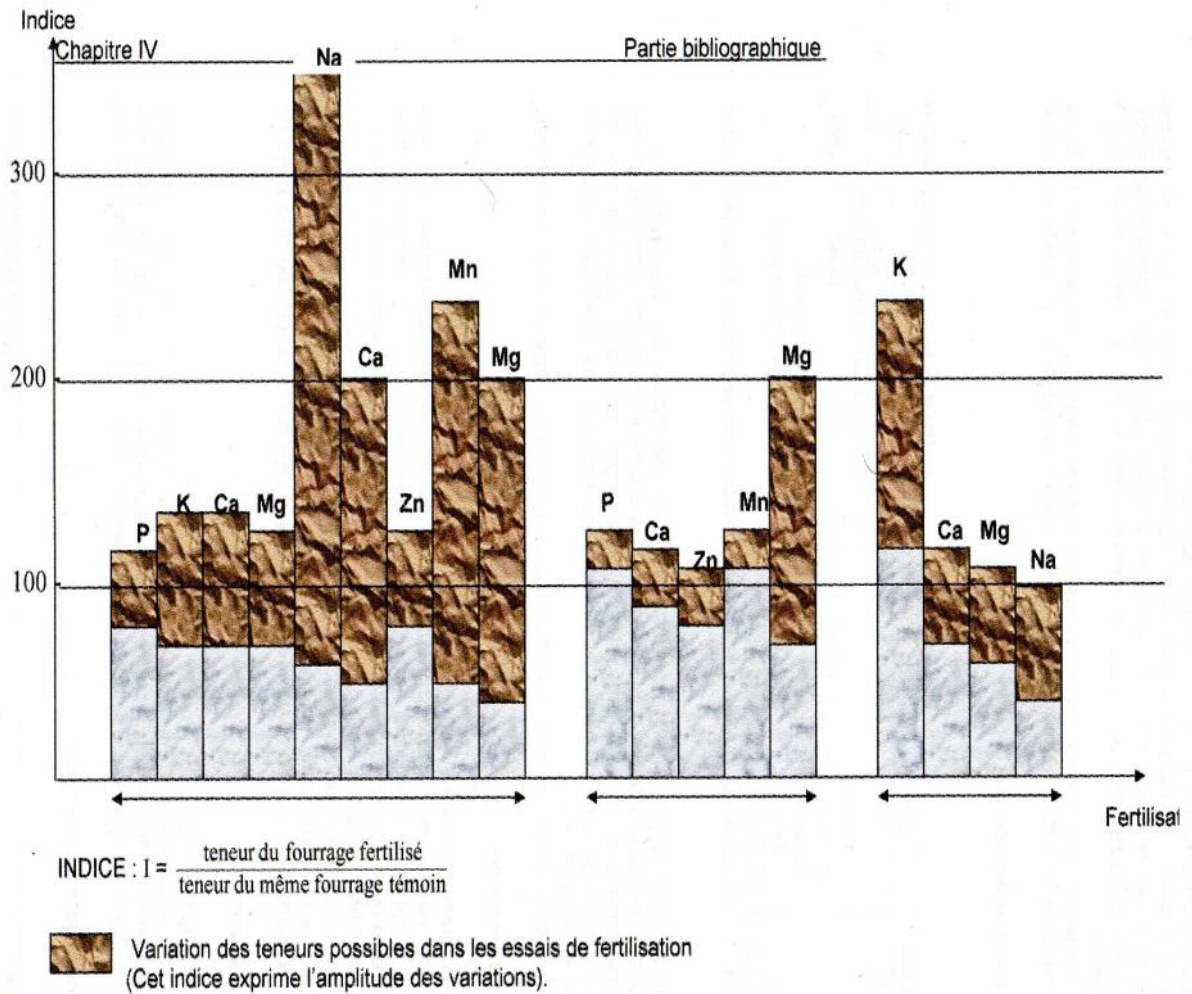


Figure : Effet de la fertilisation sur la composition minérale des fourrages (PERIGAND, 1975)

I-3 Les traitements physiques, chimiques, biochimiques et complémentation

I-3-1 Traitements physiques

Ils modifient la structure physique des fourrages. Il s'agit de :

- **Le hachage** des fourrages secs en parti cules grossiers entraine une augmentation des quantités ingérées et la digestibilité de la matière organique.

L'énergie digestible est améliorée de 50% selon **FERNANDEZ et coll.** cités par **JACKSON (1978)**.

- **La lacération** appelée aussi défibrage (appareil de type broyeur à marteaux sans grille) donne des éléments de taille variable, mais relativement courte, en raison de l'éclatement de la tige dans sa longueur. Cette technique qui augmente le pouvoir absorbant du fourrage, est utilisée par des industriels des pays à économie développée comme support d'aliments liquides tels que la mélasse et le lactosérum.

- **Le broyage** (broyeur à marteaux ou à grilles) fournit des particules inférieures au centimètre.

Pour faciliter la manutention et réduire le volume, les particules résultant d'un traitement mécanique sont généralement agglomérées. (**DEMARQUILLY et JOURNET, 1967 ; WAINMAN et BLAXTER, 1972 ; MELCION et DELORT-LAVAL, 1972**).

Cependant un broyage fin peut avoir des effets dépressifs sur la digestibilité des polyholosides membranaires. Ceci s'explique par une diminution du temps de séjour dans le rumen et par une réduction du temps de mastication d'où un pH faible défavorable à l'activité cellulolytique.

I-3-2 Traitements chimiques

Ces traitements sont en effet très efficaces, faciles à mettre en œuvre sur le plan pratique (**JACKSON (1977 et 1978)**).

- **Le traitement à la soude** : l'utilisation de la soude est intéressante dans la mesure où elle peut solubiliser une partie des silicates, de la lignine et des hémicelluloses contribuant ainsi à favoriser l'activité cellulolytique des bactéries du rumen. Devant leur prix et leur caractère assez dangereux les traitements à la soude ont presque tous été abandonnés au profit du traitement à l'ammoniac (**SUNDSTOL, COXWOTH et MOWAT, 1978**).

- **Le traitement à l'ammoniac** : en plus de son action chimique l' NH_3 est une source d'azote non protéique pour le ruminant. L'utilisation de ce produit se justifie

dans la mesure où le facteur limitant des pailles est leur faible teneur en matières azotées.

- **Le traitement à l'urée** : le traitement à l'urée (source génératrice d'ammoniac) est une technique simple et facilement maîtrisable par le paysan. Elle consiste à incorporer par arrosage une solution d'urée au fourrage grossier sec et à recouvrir l'ensemble avec les matériaux étanches localement disponibles. En présence d'eau et d'enzyme, appelée uréase et, s'il fait suffisamment chaud, l'urée est hydrolysée en ammoniac gazeux et en gaz carbonique.

I-3-3 Traitements biochimiques

- **L'ensilage** : L'ensilage est une fermentation naturelle où la plante fournit à la fois l'eau, les sucres et les microorganismes. Les fermentations se déroulent dans des conditions anaérobies, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène, suite au scellement du silo et à la disparition de l'oxygène et de l'air résiduel par respiration. Les sucres sont alors convertis en acides qui stabilisent l'ensilage **(NRAES, 1993 ; 1997)**.

- **La fenaison** : Quel que soit le mode de séchage utilisé, la fenaison affecte toujours la valeur nutritive du fourrage vert. Au cours de cette opération, les parties les plus fragiles et les plus sèches de la plante (feuilles et limbes) qui sont les plus riches en azote, en minéraux, en vitamines et les plus digestibles se détachent et tombent sur le sol. Ces pertes sont plus importantes chez les légumineuses que chez les graminées **(DEMARQUILLY, 1987)**. (tableau 01).

- **La déshydratation** : La déshydratation affecte très peu la valeur nutritive du fourrage conservé mais c'est le conditionnement qui suit cette opération qui fait varier la valeur nutritive de la plante. Pour **DEMARQUILLY (1972)**, la déshydratation à une basse température diminue très peu la digestibilité des matières azotées (5%), celle effectuée à haute température peut entraîner une diminution pouvant aller jusqu'à 10% ; par contre cette diminution est de 1% pour la matière organique (Tableau 02).

Tableau 01 : composition et importance des pertes chez la luzerne et le trèfle blanc au cours de la fenaison selon SHEPHERD.

Aliment	Pertes mécaniques en % de la MS initiale	Organes de la plante constituant les pertes (en % des pertes totales)				
		Folioles	pétioles	Tiges principales	Tiges secondaires	Fleurs
Luzerne	18,7	89,1	5,2	0	5,7	-
Trèfle blanc	17,4	84,4	10,9	-	-	7,4

Source : DEMARQUILLY, (1988).

Tableau 02 : Composition et importance des pertes chez la luzerne et le trèfle violet (Ventilés et séchés au sol).

	Luzerne		Trèfle violet	
	ventilé	Séché au sol	Ventilé	Séché au sol
MAT(g/Kg MS)	-16	-0,42	-13	-16
Digestibilité MO	-3,6	-7,8	-6,6	-10,6
UFL/Kg MS	-0,08	-0,14	-0,11	-0,17
UFV/Kg MS	-0,08	-0,16	-0,1	-0,2

Source : DEMARQUILLY, (1972)

I-3-4 Complémentations

Les complémentations sont nécessaires au bon fonctionnement des microbes du rumen.

- L'azote sous une forme fermentescible ;
- Des minéraux et des vitamines, complémentées pour couvrir les besoins des microbes du rumen, ne permettent guère de couvrir que les besoins d'entretien de l'animal qui les consomme.
- Mélange mélasse- urée, le principe est de mélanger l'urée à la mélasse, en l'état ou additionnée d'eau selon sa viscosité.

Une complémentation "catalytique" pour les microbes du rumen qui favorise les fermentations ruminales et, par là, améliore la digestibilité et l'ingestibilité du fourrage ainsi que la nutrition azotée de l'animal grâce à une synthèse accrue des microbes du rumen

Une complémentation avec les sous produits : l'objectif est d'apporter l'énergie et l'azote complémentaires pour couvrir les besoins de production de l'animal (**SPEEDY et PUGLIESE, 1992**). Cette complémentation devra non seulement respecter les caractéristiques nutritionnelles évoquées plus haut, mais, également être économique et compatible avec les disponibilités locales au sens socio-économique.

I-4 Les facteurs agropédoclimatiques

I-4-1 Les sols

MEHANNI (1999) note que le sol est le point de départ du cycle sol-plante-animal, c'est une réserve d'éléments minéraux pour la plante sous des formes assimilables. Aussi la réussite dans l'implantation et le développement des plantes est en grande partie fonction de l'adaptation au sol. Ainsi les sols par leurs caractères intrinsèques influencent la production végétale.

La composition minérale d'une herbe peut être profondément modifiée par le sol et les conditions climatiques (**LAPEYRONIE, 1982**). En fin d'année sèche, la disponibilité du sol en P_2O_3 diminue.

I-4-2 Le climat (eau et température)

Le climat joue un rôle très important dans la composition chimique des plantes par le biais de la température, l'intensité de la lumière et la durée d'ensoleillement.

GILLET, (1980) souligne que la température et l'aération sont les principaux facteurs ayant une répercussion sur le développement des différents organes de la plante.

La température a un effet positif sur la teneur en constituants pariétaux des fourrages des climats tempérés et tropicaux, exprimée en terme de CB, NDF, ADF, ou lignine (**DEINUM, 1990 ; DEINUM et al, 1968 ; WILSON et FORD, 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 façon spectaculaire (**BERTHIUME et al, 1998**).

I-4-3 La saison

Le photopériodisme a un effet déterminant sur la valeur nutritive de l'herbe. **CORDESSE (1981)** a montré que la sécheresse et le froid diminuent fortement la teneur en matière azotée, alors que les teneurs en matière sèche sont proportionnelles à la pluviométrie. Le climat exerce également une action déterminante sur la digestibilité des fourrages. En effet, **DEINUM et al., (1968)** et **SMITH (1970)** ont rapporté des baisses de digestibilité des fourrages des régions tempérées avec l'augmentation de la température.

Cependant, le climat a peu d'influence sur la digestibilité des premiers cycles puisque la digestibilité de la plante à un stade donnée a sensiblement la même valeur quelque soit l'année d'étude, le lieu de culture ou la fertilisation azotée. En revanche, la digestibilité des repousses est un peu variable à un âge donné et diminue quand la température ambiante augmente par suite d'une lignification plus rapide (**DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1988**).

CHAPITRE II : Place des fourrages naturels dans l'alimentation des herbivores en Algérie

II-1-Les fourrages en Algérie

II-1-1-Les ressources fourragères

Les ressources fourragères en Algérie d'après HAMADACHE (2001), se composent principalement de chaumes de céréales, végétation de jachères pâturées, parcours steppiques, forêts, maquis et de peu de fourrages cultivés (Tableau 3)

Tableau 3 : Les ressources fourragères en Algérie

Sources fourragères	Superficie (Hectares)	Productivité moyenne (UF/Hectare)	Observations
Parcours steppiques	15 à 20 millions	1 0	Plus ou moins dégradés
Forêts	Plus de 3 millions	1	-
Chaumes de céréales	Moins de 3 millions	3 0	Nécessité d'amélioration de la qualité des chaumes
Végétation des jachères pâturées	Moins de 2 Millions	2	Nécessité d'orienter la végétation
Fourrages cultivés	Moins de	100 0	Orge, avoine, luzerne, trèfle et
Prairies permanentes	Moins de 300 milles	-	Nécessité d'une prise en charge

L'objectif de la production fourragère est l'alimentation du cheptel pour la production du lait, de viande et de coproduits (laine, peaux et fumier).

Selon NOUAD (2001), la satisfaction des besoins du cheptel provient à près de 86%, des pacages et parcours et les dérivés des céréales. Les cultures fourragères participent à 13% dans le rationnement du cheptel national et les prairies naturelles n'apportent que 1%. Ce cheptel serait composé d'ovins, de bovins et de caprins principalement (SI ZIANI et BELBOURHANE, 2001) (Tableau 4).

Tableau 4 : Estimation cheptel des herbivores du

Espèce	Bovins	Ovins	Caprins	Camelins	Equins
Effectif	1 316170	17889140	3 256580	154310	278300

NOUAD (2001) rapporte que les contraintes liées à la filière fourrage sont l'absence de législation concernant la gestion des parcours steppiques, le système fourrager reposant essentiellement sur l'utilisation des céréales, qui est dominé par l'association vesce avoine, l'utilisation d'un matériel végétal de faible performance, la qualité des fourrages secs médiocre à cause de la récolte souvent tardive, la production de semences pratiquement absente (les besoins étant couverts par les importations), l'absence de la technique d'ensilage et de l'affouragement vert entre autres.

Selon HAMADACHE (2001), pour combler le déficit fourrager il faut améliorer la productivité des ressources fourragères actuelles, augmenter la surface fourragère au détriment de la jachère et d'une partie des céréales (blé tendre et orge), utiliser les sous-produits des industries agro-alimentaires, favoriser le transfert des acquis scientifiques et introduire de nouvelles espèces fourragères confirmées dans certaines zones écologiques.

II-1-2-Les besoins alimentaires du cheptel

SI ZIANI et BOULEBERHANE (2001) évaluent le déficit énergétique à 4 milliards d'UF (Tableau 5).

La production fourragère assurerait un taux de couverture des besoins du cheptel de 52%.

La contribution des chaumes et des pailles (environ 3 milliard d'UF) permet d'augmenter ce taux de couverture à 82%.

Tableau 5 : Bilan fourrager par zone agro-écologique (si Ziani et Bouleberhane, 2001)

Zone	Besoins du cheptel	Disponibilités totales (UF)			Bilan	Taux de couverture
		Fourrages	Chaumes /	Total		
Tell	5045199300	1543845660	2232727560	3776573220	-1268626080	74,85
Montagne	819696300	319431160	199356360	518787520	-300908780	63,29
Steppe	2709055800	2159148030	628907160	2788055190	78999390	102,92
Sud	955594200	903303750	13047720	916351470	-39242730	95,89
National	9529545600	4925728600	3074038800	7999767400	-1529778200	83,95

Au niveau des différentes zones agro écologiques (Tableau 5), le déficit fourrager est plus apparent au niveau de la zone montagneuse (37 %) et celle du tell (25 %). Ceci s'explique par le fait que la plupart des superficies agricoles de ces deux zones sont utiles et où les surfaces consacrées aux fourrages demeurent faibles par rapport à l'importance de l'élevage notamment le bovin.

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

Selon SI ZIANI et BOULEBERHANE (2001), l'utilisation des concentrés règle en partie le déficit fourrager ; cependant l'amélioration de la situation alimentaire du cheptel national nécessite le développement du système fourrager en adéquation avec les potentialités de l'élevage existant dans chaque zone agro écologique.

MATERIELS ET METHODES

OBJECTIF

Les fourrages spontanés sont une source importante dans l'apport alimentaire pour les herbivores en Algérie. Ils sont pâturés, fauchés et utilisés en vert à l'auge ou encore fanés. Ils sont souvent utilisés comme aliment de base pour les ruminants. Leur valeur nutritive est très mal connue ou pas du tout connue. Nous déterminons la composition chimique au laboratoire et estimons à l'aide d'équations préétablies (empruntées à la littérature) leur valeur nutritive dans les conditions climatiques de printemps dans la Mitidja.

I. MATERIEL ET METHODES

I-1-MATERIEL VEGETAL

I-1-1- Lieu et dates de récolte

Les récoltes ont été effectuées dans les terrains de l'Université de Blida 1 (Station expérimentale et terrains servant d'espaces verts avec environ une centaine d'hectares).

Les dates de récolte ont été prises au hasard. Il s'agit du 15 mars, 15 avril et 15 mai de l'année 2015. Le nombre de récoltes est limité à trois suite aux contraintes matérielles chroniques (laboratoire vétuste et difficultés d'approvisionnement en produits chimiques).

I-1-2-Technique de récolte et partie des plantes récoltée

Quatre parcelles de 150 à 250 m² ont servi pour la récolte des parties aériennes du fourrage spontané. A chaque récolte, nous parcourons chacune des quatre parcelles en zigzag suivant des allées. Par allée, nous prélevons une douzaine de poignées de parties aériennes que nous coupons soigneusement à l'aide d'une faucille en évitant d'entraîner des racines et de la terre. Les poignées de fourrages rassemblées forment un échantillon global. Ce dernier est haché et bien mélangé. A partir de cet échantillon global, nous prélevons 1 000 g constituant l'échantillon destiné aux analyses chimiques. Cette technique de récolte est répétée à chacune des dates de récolte.

I-1-3-Conditionnement et conservation des échantillons après récolte

L'échantillon destiné aux analyses chimiques (1 000 g à chaque récolte) est séché dans une étuve réglée à 65 °C pendant 24 heures puis broyé (1 mm), mis dans un sachet hermétiquement fermé et identifié à l'aide d'étiquette portant la date de récolte. Parallèlement à cette opération, nous procédons à la détermination de la matière sèche du fourrage frais.

II-ANALYSES CHIMIQUES

Les méthodes d'analyses chimiques utilisées, sont celles de l'AOAC, (1975).

II-1- Détermination de la matière sèche (MS) :

Dans une capsule séchée et tarée au préalable, introduire 2 g de l'échantillon à analyser, porter la capsule dans une étuve à circulation d'air réglée à 105°C ($\pm 2^\circ\text{C}$), laisser durant 24h, refroidir au dessiccateur, peser, remettre une heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée, continuer l'opération jusqu'à poids constant. La teneur en MS est donnée par la relation :

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

Y : poids de l'échantillon après dessiccation ; X : poids de l'échantillon humide.

II-2- Détermination des matières minérales (MM)

La teneur en MM d'une substance alimentaire est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération. Porter au four à moufle la capsule contenant 2g de l'échantillon à analyser. Chauffer progressivement afin d'obtenir une combustion sans inflammation de la masse : - 1 heure 30 mn à 200°C puis 2 heures 30 mn à 500°C. L'incinération doit être poursuivie jusqu'à combustion complète du charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair. Refroidir au dessiccateur la capsule contenant le résidu de l'incinération, puis peser. La teneur en matière minérale est donnée par la relation :

$$\text{Teneur en MM\%} = \frac{A \times 100}{B \times MS}$$

A : poids des cendres. ; B : poids de l'échantillon. ; MS : teneur en matière sèche (%).

II-3- Détermination de la matière organique (MO)

La teneur en matière organique est estimée par différence entre la matière sèche (MS) et les matières minérales (MM).

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

II-4- Détermination de la cellulose brute (CB)

La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE. Par convention, la teneur en cellulose brute est le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

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

Introduire le résidu dans le même ballon en le détachant du tube a centrifugé avec 100 ml de solution bouillante contenant 12,5 g de soude pour 1 litre. Faire bouillir durant 30 mn exactement, filtré sur creuset (de porosités 1 ou 2). Passer le creuset plus le résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à poids constant. Après refroidissement au dessiccateur, peser puis incinérer dans le four à moufle à 400°C durant 5 heures. Refroidir au dessiccateur et peser à nouveau. La différence de poids entre les deux pesées représente les matières cellulosiques, une grande partie de cellulose vraie, une partie de la lignine et des résidus d'hémicellulose.

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

A : poids du creuset + résidu après dessiccation ; B : poids du creuset + résidu après incinération ; C : poids de l'échantillon de départ.

II-5- Détermination des matières azotées totales (MAT)

L'azote total est dosé par la méthode de KJELDAHL.

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

b) **Distillation** : Transvaser 50 ml du contenu du matras dans l'appareil distillateur (Buchi), rincer la burette graduée. Dans un bécher destiné à recueillir le distillat, introduire 20 ml de l'indicateur composé de : -20 g d'acide borique. -200 ml d'éthanol absolu. -10 ml d'indicateur contenant : $\frac{1}{4}$ de rouge de méthyle à 0,2% dans l'alcool à 95° et $\frac{3}{4}$ de vert de bromocrésol à 0,1% dans l'alcool à 95°.

Verser lentement dans le matras de l'appareil distillateur, 50 ml de lessive de soude ($d = 1,33$), mettre en marche l'appareil, laisser l'attaque se faire jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 100 ml au moins, titrer en retour par l'acide sulfurique à N/20 ou N/50 jusqu'à l'obtention à nouveau de la couleur initiale de l'indicateur.

1 ml d' H_2SO_4 (1N) →	0,014g d'N.
1 ml d' H_2SO_4 (N/20) →	0,0007g d'N.

$$Ng = X \cdot 0,0007 \cdot \frac{100}{Y} \cdot \frac{200}{A}$$

X: descente de burette (ml) ; Y : poids de l'échantillon de départ. ; A : volume de la prise d'essai.

$$\text{Teneur en MAT (\% MS)} = N \text{ g} \times 6,25$$

II-6- Estimation des teneurs en énergie brute, digestible et métabolisable

L'énergie brute (EB) et l'énergie digestible (ED) sont estimées à l'aide de l'équation établie pour les fourrages verts spontanés en saison des pluies par Richard et al. (1990) soit $EB \text{ (kcal/kg MO)} = 4\,516 + 1,646 \text{ MATo} +$ avec MATo exprimée en g/kg de MO et $= 0$; $ED \text{ (kcal/kg de MS)} = 1705 + 6,792 \text{ MAT}$ avec MAT en g/kg de MS.

III-Calculs des valeurs énergétiques et azotées des fourrages étudiés

III-1 Estimation des valeurs énergétiques dans le système UFL et UFV

- Première estimation :

Les équations utilisées pour prédire la valeur fourragère à partir de la composition chimique sont celles de Andrieu et Weiss (1981), Jarrige (1980) et Morrison (1976) :

$$\mathbf{dMO} = 91,7 - 1,48 \text{ CBo (\%)} \text{ avec CBo en \%}$$

$$\mathbf{UFL} = 0,840 + 0,001\,330 \text{ MATo} - 0,000832 \text{ CBo}$$

$$\mathbf{UFV} = 0,762 + 0,001443 \text{ MATo} - 0,000946 \text{ CBo}$$

dMO : digestibilité de la matière organique (%); UFV : unité fourragère viande /kg de MS; UFL : unité fourragère lait / kg de MS; CBo et MATo nutriments exprimés en g par kg de matière organique.

- **Deuxième estimation**

Les équations de l'Inra (1988) sont adoptées en utilisant la composition chimique obtenue dans notre travail et les teneurs en énergie brute (EB) et énergie digestibles (ED) obtenues avec les équations de Richard et al, (1990).

III-2- Estimation des valeurs azotées dans le système PDI

L'estimation de la valeur azotée est réalisée selon les travaux de JARRIGE, (1988) et de GUERIN et al, (1989).

DT= 0,73 et dr = 0,75 pour les fourrages verts.

$$\begin{aligned} \text{PDIA} &= 1,11 \times \text{MAT} \times (1 - \text{DT}) \times \text{dr} ; \text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN} ; \text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME} \\ \text{PDIMN} &= \text{MAT} \times [1 - 1,11(1 - \text{DT})] \times \text{dr} ; \\ \text{PDIME} &= 0,093\text{MOF} \text{ avec } \text{MOF} = \text{MOD} - \text{MG} - [\text{MAT} \times (1 - \text{DT})] \end{aligned}$$

Avec

MAT = matières azotées totales en g/kg de MS ; MG = matières grasses en g/kg de MS ;MOD = matière organique digestible en g/kg de MS ; MOF = matière organique fermentescible du fourrage en g/kg de MS ; DT = dégradabilité théorique (0<DT<1) ; dr = digestibilité réelle (0<dr<1) ; PDIA = protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (en g/kg de MS) ; PDIN = protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'azote disponible (en g/kg de MS) ;PDIE = protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'énergie disponible (en g/kg de MS) ;PDIMN = protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne, limitées par l'azote dégradable (en g/kg de MS) ; PDIME = protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne, limitées par l'énergie fermentescible. (g/kg de MS)

IV- Calculs Statistiques

Ces calculs (moyennes, écart-types et comparaisons des moyennes) ont été effectués à l'aide du logiciel *Statgraphics Centurion XVI. Version 16.1.1.18.*

RESULTATS ET DISCUSSION

1- Composition chimique des fourrages

La composition chimique du fourrage spontané est présentée dans le tableau 6

1-1 La teneur en matière sèche varie entre 17,33 et 29,41% du 15 mars au 15 mai, soit une augmentation significative de 12,08 points. Entre le 15 mars et le 15 avril, l'augmentation de la matière sèche est aussi significative mais moins élevée avec seulement 4,88 points qu'elle ne l'est entre le 15 avril et le 15 mai avec 7,20 points. Les fortes chaleurs et les faibles précipitations des mois d'avril et de mai dessèchent les plantes et accentuent l'évapotranspiration. A la mi-mai, les feuilles commencent déjà à jaunir surtout lorsque les pluies se font plus rares.

1-2 La teneur en matières minérales varie entre 8,96 et 7,42% du 15 mars au 15 mai, soit une diminution significative de 1,54 point. Avec 0,90 points, la diminution est plus forte entre le 15 mars et le 15 avril qu'elle ne l'est entre le 15 avril et le 15 mai avec 0,64 point. La détérioration des feuilles riches en matières minérales avec l'âge entraîne vraisemblablement une perte en matières minérales dans le fourrage.

1-3 La teneur en matière organique évolue en sens inverse à celle des matières minérales. Elle varie entre 90,92 et 92,57% entre le 15 mars et le 15 mai, soit une augmentation significative de 1,54 point, équivalente à celle observée comme diminution dans les matières minérales.

1-4 La teneur en matières azotées totales varie entre 11,70 et 7,56% entre le 15 mars et le 15 mai, soit une baisse significative de 4,14 points représentant plus de 35% de la teneur initiale. La perte des feuilles, riches en azote, ou leur dégradation sous les effets climatiques serait due à l'origine des modifications dans la teneur en matières azotées totales du fourrage. Ce dernier est également composé d'espèces appartenant à diverses familles botaniques dont les feuilles de certaines sont sensibles à la chaleur et à la sécheresse telles que le trèfle et la luzerne.

1-5 La teneur en cellulose brute augmente de 8,59 points passant de 24,64 à 33,23% entre le 15 mars et le 15 mai.

En fait, les constituants chimiques des plantes subissent des modifications selon l'âge et les conditions pédoclimatiques. En général, les teneurs en matière sèche et en cellulose brute augmentent alors que les teneurs en matières minérales et en matières azotées totales diminuent.

Tableau 6 : Composition chimique du fourrage spontané selon la date de récolte

Dates de récolte	Répétitions	Constituants chimiques (% de MS)				
		MS	MO	MM	MAT	CB
15 mars 2015	x1	17,04	90,77	9,23	11,73	24,29
	x2	17,74	90,95	9,05	11,67	25,17
	x3	17,22	91,40	8,60	11,70	24,47
	Moyenne	17,33±0,3	91,04±0,1	8,96±0,3	11,70±0,0	24,64±0,4
		6	3	2	3	6
		C	C	a	A	C
15 avril 2015	x1	22,16	91,40	8,06	9,35	29,90
	x2	22,34	91,84	8,16	9,12	29,25
	x3	22,10	92,04	7,96	9,23	29,69
	Moyenne	22,21±0,1	91,76±0,1	8,06±0,1	9,23±0,11	29,61±0,3
		2	0	0	B	3
		B	B	b	B	B
15 mai 2015	x1	29,06	92,43	7,57	7,59	32,77
	x2	30,16	92,35	7,65	7,49	33,26
	x3	29,02	92,95	7,05	7,60	33,65
	Moyenne	29,41±0,6	92,57±0,3	7,42±0,3	7,56±0,06	33,23±0,4
		4	5	8	C	4
		A	A	c	A	A

MS : matière sèche ; MO : matière organique ; MM : matières minérales ; MAT : matières azotées totales ; CB : cellulose brute..Sur une même colonne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

2. Teneurs en énergie brute (EB), énergie digestible (ED) et énergie métabolisable (EM) selon la date de récolte

2-1 La teneur en énergie brute ne varie pas significativement entre le 15 mars et le 15 mai, passant de 4298 à 4322 kcal/kg de MS avec une différence de seulement 24 kcal/kg de MS (Tableau 7).

2-2 La teneur en énergie digestible diminue significativement de 281 kcal/kg de MS du 15 mars au 15 mai, passant de 2499 à 2218 kcal/kg de MS. La baisse est de près de 6,8% entre le 15 mars et le 15 avril et, de 4,8% entre le 15 avril et le 15 mai (Tableau 7).

2-3 La teneur en énergie métabolisable varie entre 2202 et 1993 kcal/kg de MS du 15 mars au 15 mai, soit une baisse de 202 kcal/kg de MS. La baisse dans l'énergie métabolisable représente 5,63% entre le 15 mars et le 15 avril et, 4,10% entre le 15 avril et le 15 mai (Tableau 7).

Tableau 7 : Teneur en énergies brute, digestible et métabolisable

Dates de récolte	Répétitions	Teneurs en énergies (kcal/kg de MS)		
		EB	ED	EM
15 mars 2015	x1	4292	2501	2203
	x2	4299	2497	2202
	x3	4303	2499	2201
	Moyenne	4298±6	2499±2	2202±1
		A	a	A
15 avril 2015	x1	4305	2340	2086
	x2	4297	2324	2071
	x3	4308	2331	2079
	Moyenne	4303±6	2330±8	2078±7
	A	b	B	
15 mai 2015	x1	4299	2220	1994
	x2	4293	2214	1990
	x3	4322	2221	1997
	Moyenne	4304±15	2218±4	1993±3
	A	c	C	

EB : énergie brute ; ED : énergie digestible ; EM : énergie métabolisable ; EB et ED : estimées à partir de l'équation de Richard et al, (1990) ; EM : estimée à partir du rapport EB/ED des équations de prévision de l'Inra (1988). Sur une même colonne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

2- Digestibilité de la matière organique du fourrage spontané selon la date de récolte

La digestibilité de la matière organique diminue significativement avec l'âge du fourrage spontané, passant de 51,58% au 15 mars à 38,67% au 15 mai (Tableau 8). Cette digestibilité est comparable à celle des fourrages verts en mars et en avril. En mai, elle est comparable à celle d'une paille de blé traitée à l'ammoniac. Ces résultats confirment les modifications dans la composition chimique du fourrage selon l'âge décrite précédemment. Au stade floraison, la dMO de la luzerne est de 60% (Inra, 2007). La dMO de notre fourrage lui est inférieure de 8,42 points en mars, 15,31 points en avril et 21,33 points en mai. Ceci confirme la forte perte en valeur nutritionnelle des fourrages à partir de la fin mai dans la Mitidja.

Tableau 8 : Digestibilité de la matière organique (dMO) selon la date de récolte, digestibilité réelle des acides aminés (dr) et dégradabilité théorique de l'azote (DT)

Date de récoltes	Répétitions	Digestibilités et dégradabilité (%)		
		dMO	dr*	DT*
15 mars 2015	x1	52,09	75	73
	x2	50,75		
	x3	51,90		
	Moyenne	51,58±0,72 a		
15 avril 2015	x1	45,57	75	73
	x2	44,56		
	x3	43,95		
	Moyenne	44,69±0,81 b		
15 mai 2015	x1	39,23	75	73
	x2	38,40		
	x3	38,39		
	Moyenne	38,67±0,48 c		

dMO : digestibilité de la matière organique ; DT et dr* : valeurs pour les fourrages verts (Inra France 1988) ;.Sur une même colonne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

4- Valeurs énergétiques et azotées du fourrage selon la date de récolte

4-1- Valeurs énergétiques selon la date de récolte

Les valeurs énergétiques obtenues avec les équations de Andrieu et Weiss (1981), Jarrige (1981) et Morrisson (1976) varient entre 0,78 et 0,65 UFL et, entre 0,65 et 0,54 UFV par kg de MS entre le 15 mars et le 15 mai. Les valeurs énergétiques obtenues avec les équations de l'Inra (1988) varient entre 0,74 et 0,66 UFL et, entre 0,65 et 0,56 UFV par kg de MS pour la même période (Tableau 9).

Les équations de Andrieu et Weiss (1981), Jarrige (1981) et Morrisson (1976) donnent des valeurs énergétiques en UFV identiques et en UFL légèrement plus élevées que celles estimées avec les équations de l'Inra (1988) pour le fourrage récolté le 15 mars. Par contre pour les fourrages récoltés le 15 avril et le 15 mai, les valeurs énergétiques en UFV ou en UFL sont sensiblement comparables entre les équations employées (Tableau 9). L'on peut donc utiliser aussi bien les équations de Andrieu et Weiss (1981), Jarrige (1981) et Morrisson (1976) et celles de l'Inra (1988) pour estimer les valeurs énergétiques des fourrages spontanés.

Les valeurs obtenues en mars sont comparables à celles du dactyle en fin de l'épiaison avec 0,77 UFL et en début de floraison avec 0,65 UFV par kg de MS alors que celles obtenues en mai sont comparables à celles du dactyle à la floraison avec 0,65 UFL et 0,56 UFV par kg de MS (Inra, 1988).

Tableau 9: Valeurs énergétiques selon la date de récolte

Dates de récolte	Répétitions	Valeurs énergétiques (UF/kg de MS)			
		UFL*	UFV*	UFL**	UFV**
15 mars 2015	x1	0,79	0,69	0,74	0,65
	x2	0,78	0,68	0,74	0,65
	x3	0,79	0,69	0,74	0,65
	Moyenne	0,78±0,005 a	0,65±0,005 a	0,74±0,00 a	0,65±0,00 A
15 avril 2015	x1	0,70	0,60	0,70	0,60
	x2	0,71	0,60	0,69	0,59
	x3	0,70	0,60	0,69	0,59
	Moyenne	0,703±0,005 b	0,60±0,00 b	0,69±0,00 b	0,59±0,00 B
15 mai 2015	x1	0,65	0,54	0,66	0,56
	x2	0,65	0,54	0,67	0,56
	x3	0,65	0,54	0,66	0,56
	Moyenne	0,65±0,00 c	0,54±0,00 c	0,66±0,00 c	0,56±0,00 C

(*)Estimation avec les équations de Andrieu et Weiss (82), Jarrige (81) et Morrison (76) ; (**) ; Estimation avec les équations de Inra (88) ; UFL : Unité fourragère lait ; UFV : Unité fourragère viande. Sur une même colonne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

4-2- Valeurs azotées selon la date de récolte

La valeurs en PDIA varie entre 26,30 et 16,93 g/kg de MS entre le 15 mars et le 15 mai. Ces valeurs sont faibles comparées à celle de la luzerne en vert au stade début floraison avec 37 g/kg de MS et représentent entre 1,5 à plus de 2 fois celle de la paille d'orge avec 12 g/kg de MS.

La valeur en PDIN varie entre 73,47 et 47,41 g/kg de MS entre le 15 mars et le 15 mai, soit une perte de 35,47% (Tableau 10). La perte en PDIN est plus élevée entre le 15 mars et le 15 avril avec 21,08% qu'entre le 15 avril et le 15 mai avec 18,23%.

La valeur en PDIE varie entre 66,97 et 48,39 g/kg de MS entre le 15 mars et le 15 mai, soit une perte de 27,74% (Tableau 10). La perte en PDIE est plus élevée entre le 15 mars et le 15 avril avec 16,25% qu'entre le 15 avril et le 15 mai avec 13,71%.

Les valeurs azotées du fourrage spontané sont intéressantes en mars, un peu moins en avril ; elles sont faibles en mai, légèrement plus élevées pour les PDIN et franchement inférieures pour les PDIE d'une paille de blé traitée à l'ammoniac avec 44 g de PDIN et 56 g de PDIE par kg de MS (INRA, 2007).

Tableau 10 : Valeurs azotées selon la date de récolte

Dates de récolte	Répétitions	Valeurs azotées (g/kg de MS)		
		PDIA	PDIN	PDIE
15 mars 2015	x1	26,37	73,66	67,39
	x2	26,23	73,28	66,22
	x3	26,30	73,47	67,30
	Moyenne	26,30±0,07 a	73,47±0,19 a	66,97±0,65 A
15 avril 2015	x1	21,02	58,71	55,92
	x2	20,49	57,27	56,27
	x3	20,74	57,96	56,05
	Moyenne	20,75±0,26 b	57,98±0,72 b	56,08±0,17 B
15 mai 2015	x1	17,06	47,66	48,88
	x2	16,83	47,03	47,94
	x3	17,08	47,72	48,36
	Moyenne	16,93±±0,13 c	47,41±0,38 c	48,39±0,47 C

PDIA : protéine digestible dans l'intestin d'origine alimentaire ; PDIN : protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'azote disponible ; PDIE : protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'énergie disponible ; .Sur une même colonne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

CONCLUSION

CONCLUSION

Le fourrage spontané, récolté de mars à mai, est caractérisé par une augmentation de la matière sèche (17,33 à 29,41%) et de la cellulose brute (24,64 à 33,23%) et, par une diminution des matières minérales (8,96 à 7,42%), des matières azotées totales (11,70 à 7,56%) et de la digestibilité de la matière organique (51,58 à 38,67%). Cette dernière évolue dans le sens contraire de l'évolution de la cellulose brute ; elle diminue avec l'augmentation de la cellulose brute dans le fourrage.

L'énergie brute ne semble pas modifiée significativement par les modifications enregistrées dans la composition chimique du fourrage. Elle varie entre 4298 et 4304 kcal/kg de MS de mars à mai.

L'énergie digestible et l'énergie métabolisable diminuent de mars à mai, allant dans le même sens que les matières azotées totales, respectivement de 2499 à 2218 kcal et de 2202 à 1993 kcal par kg de MS.

Les valeurs énergétiques et azotées du fourrage diminuent de mars à mai, influencées par les changements dans la composition chimique du fourrage. Elles sont intéressantes en début de printemps (0,78 UFL vs 0,65 UFV et 73,47 g PDIN vs 66,97 g PDIE par kg de MS) mais deviennent faibles à médiocres en fin de printemps (0,65 UFL vs 0,54 UFV et 47,41 g PDIN vs 48,39 g PDIE par kg de MS).

Ces résultats suggèrent la pratique de l'ensilage en mars pour conserver aux fourrages plus d'éléments nutritifs.

Références bibliographiques

- **Andrieu J., Weiss P.H., 1981-** Prévion de la digestibilité et de la valeur énergétique de fourrages verts de graminées et de légumineuses. *In* : INRA publications (ed) : prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Andrieu J., Demarquilly C., Wegat-Litre E, Paris., 1981, 61-79.
- **ANONYME ; 2004.** Données climatiques ; ITAF. Boufarik.
- **AOAC**, : Officials Methods of Analysis, 12thed, Association Chemists, Washington,

D,C,, 295p,
- **BEZANGER ; et BEAUQUESNEL ; 1980.** Plantes médicinales des régions tempérées. Paris, 250p.
- **CORDESSE. R., 1981.** Valeur nutritive des aliments. Thèse de D.E.A (Montpellier).
- **CROSSET, 1982.** La fumure minérale. Revue élevage bovin N 13.
- **DEINUM et al., 1968.** Climate, nitrogen and grass. II. The influence of light intensity, temperature and nitrogen content on in vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. Neth. J. Agric. Sci, N 16. p 217-221.
- **DEINUM et DIRVEN, 1975.** Climate, nitrogen and grass VII comparison of yield and chemical composition of some tropical and temperate grass species grown at different temperate. Nerth. J Agric, 23, 69-82.
- **DEINUM. B., DIRVEN. J.G.P., 1976.** Climate, nitrogen and grass. VII. Comparison of yield and chemical composition of some tropical and temperate grass species grown at different temperate. Neath. J. Agric., N 23, p 69-82.
- **DEMARQUILLY. C, et WEISS. R ; 1970.** Valeur alimentaire des fourrages verts. Fourrages ; 74 : 71-79.

- **DEMARQUILLY et WEISS, 1970.** Tableau de la valeur alimentaire des fourrages, INRA et I.T.F.C, N 42 Paris.
- **DEMARQUILLY.C ; 1981.** Valeur énergétique de l'herbe dans le conditionnement des fourrages. Fourrages ; 85 : 18-22.
- **DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1988.** In alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, 1988, pp 315-335.
- **DUBE.N ; 1978.** La luzerne et l'équilibre de la ration du troupeau laitier. Fourrage ; 74 : 71-79.
- **GAUSSEN.H ; 1982.** Précis de botanique, végétaux supérieurs. 2ème édition, Tome II. Paris, 400p.
- **GILLET M, 1980.** Les graminées fourragères : description, fonctionnement, application à la culture d'herbe; Paris. GNIS, 2004, gouvernement national.
- **Guerin H., Richard D., Lefevre P., Friot D., MBaye N., 1989** – Préviation de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens Actes du XVIème Congrès International des Herbages, Nice, France, Vol 2. pp. 879-880.
- **GUIGNARD.J.L; 1983.** Abrégé de botanique. 5ème édition. Paris.
- **INRA, 1988** - Alimentation des bovins, ovins et caprins. (Besoins des animaux – Valeurs des aliments) Ed. Quæ, C/O Inra, RD 10, 78026 Versailles Cedex. 307p.
- **INRA, 2007-** Alimentation des bovins, ovins et caprins. (Ouvrage collectif dirigé par Jarrige R.) Ed. INRA, Paris, 471p.
- **JAKSON, M.G., 1977.** Review article: the alkali treatments of straw. Anim. Feed Sci. and technol., 2, 105-130.

- **JAKSON, M.G., 1978.** Treating straw for animal feeding. FAO animal production and Health Paper. N 10. FAO Rome.
- **JARRIGE.R, et DEMARQUILLY. C, 1974.** L'ingestibilité des fourrages secs, ses variations et ses conséquences. Bulletin Tech. INRA ; 16 :5.
- **JARRIGE. R., JOURNET., VERITE., 1978.** Alimentation Bovins, Ovins et Caprins

Ed : I.N.R.A. p89-128.
- **Jarrige R. 1980** - Chemical method for predicting the energy and protein value of forager. *Ann. Zootech.*, 1980, **29**, 299-323
- **LAPEYRONIE. A., 1982.** La production fourragère méditerranéenne. Ed. GP Maison Neuve et la rose Paris.
- **MELCION, D.J. et DELORT-LAVA, J., 1972.** Aliments complets agglomérés à base de paille et de céréales. I – Etude technologique. *Ann. Zootechnie.*, 21, 535-542.
- **MEHANNI, R, 1999.** Recherche du stade optimum de coupe de l'association vesce-avoine et pois-avoine et amélioration de la valeur alimentaire du foin de vesce-avoine par traitement chimique. Thèse magistère Agronomie. Faculté des Sciences Agro-Vétérinaire, Blida 1.
- **Morrisson I.M. 1976** - New laboratory methods for predicting what the nutritive value of forage crops. *World Rev Animal Prod.*, 1976, **12**, 75-80.
- **NEDJRAOUI., 2001,** profil fourrager. Algérie. FAO , 14p.
<http://www.fao.or/AG/AGP/agpc/doc/coumprof/ALGERIA.htm>.
- **PERIGAND. S ; 1975.** Oligo-éléments et qualité des fourrages : influence de la fumure minérale. *Fourrages*, 57 :43.
- **Richard D., Guerin H., Friot D., Mbaye N. 1990** - Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 225-231

- **ROBERGE. G., TOUTAIN. B., 1999.** Cultures fourragères tropicales. Ed CIRAD.
- **SCHROEDER, J.W. (2010).** Forage Nutrition for ruminants; NDSU: extension service.edu. North Dakota State University; Fargo, ND 58 108: 400-1-06; W-7-10.
- **SMITH. D., 1970.** yield and chemical composition of leaves and stems of alfalfa at interval up the shoots, Agr. Food Chem., N 18. p .652-656.
- **SPEEDY, A. and PUGLIESE, P.L., 1992.** Eds."Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock". Proceedings
- **SUNDSTOL, F., COXWORTH, E.M., MOWAT, D.M, 1978.** Improving the nutritive value of straw and other low quality roughages by treatment with ammonia, World Anim. Review., 26, 13-21.
- **WAINMAN, F.W. and BLAXTER, K.L., 1972.** The effect of grinding and pelleting on the nutritive value of poor quality roughages for sheep. J. Agric. Sci., 79, 435-445.
- **WILSON. J.R, FORD., 1970.** C.W, temperate influence on the growth, digestibility and carbohydrate composition of tow tropical grasses, Panicum maximum var. Trichoglume and Setaria sphacelata, and two cultivars of the temperate grass Lolium perenne. Aust. J. Agric. Res., N 22, p 563-571.

Table des matières

Introduction	1
--------------------	---

Etude bibliographique

CHPITRE I : FACTEURS DE VARIATION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE

I-1 Les caractéristiques physicochimiques.....	2
I-1-1 La teneur en MAT.....	2
I-1-2 La teneur en NDF.....	3
I-1-3 La teneur en MS	3
I-1-4 La composition morphologique.....	3
I-1-4-1 La racine.....	3
I-1-4-2 Les tiges	4
I-1-4-3 Les feuilles	4
I.2. Caractéristiques agronomiques.....	4
I-2-1 L'espèce fourragère	4
I-2-2 l'âge de repousse.....	4
I-2-3 La fertilisation	5
I-3 Les traitements physiques, chimiques, biochimiques et complémentation.....	6
I-3-1 Traitements physiques.....	6
I-3-2 Traitements chimiques.....	6
I-3-3 Traitements biochimiques	
I-3-4 Complémentations.....	8
I-4 Les facteurs agropédoclimatiques	9
I-4-1 Les sols	9
I-4-2 Le climat (eau et température)	9
I-4-3 La saison	9
CHAPITRE II : Place des fourrages naturels dans l'alimentation des herbivores en Algérie	
II-1-Les fourrages en Algérie.....	11

II-1-1-Les ressources fourragères.....11

II-1-2-Les besoins alimentaires du cheptel.....12

ETUDE EXPERIMENTALE

MATERIELS ET METHODES.....14

OBJECTIF.....14

I. MATERIEL ET METHODES.....14

I-1-MATERIEL VEGETAL.....14

I-1-1- Lieu et dates de récolte14

I-1-2-Technique de récolte et partie des plantes récoltée14

I-1-3-Conditionnement et conservation des échantillons après récolte.15

II-ANALYSES CHIMIQUES.....15

II-1- Détermination de la matière sèche (MS).....15

II-2- Détermination des matières minérales (MM)15

II-3- Détermination de la matière organique (MO)15

II-4- Détermination de la cellulose brute (CB)16

II-5- Détermination des matières azotées totales (MAT)16

II-6- Estimation des teneurs en énergie brute, digestible et
métabolisable.....17

III-Calculs des valeurs énergétiques et azotées des feuilles de fourrage
étudié.....17

III-1 Estimation des valeurs énergétiques dans le système UFL et UFV...17

III-2- Estimation des valeurs azotées dans le système PDI.....18

IV- Calculs Statistiques.....18

RESULTATS ET DISCUSSION.....19

1-Composition chimique des fourrages.....19

1-1 La teneur en matière sèche19

1-2 La teneur en matières minérales.....19

1-3 La teneur en matière organique.....19

1-4 La teneur en matières azotées totales.....19

1-5 La teneur en cellulose brute.....19

2- Teneurs en énergie brute (EB), énergie digestible (ED) et énergie
métabolisable (EM) selon la date de récolte.....21

2-1 La teneur en énergie brute.....21

2-2 La teneur en énergie digestible.....	21
2-3 La teneur en énergie métabolisable.....	21
3- Digestibilité de la matière organique du fourrage spontané selon la date de récolte.....	23
4- Valeurs énergétiques et azotées du fourrage selon la date de récolte.....	24
4-1- Valeurs énergétiques selon la date de récolte.....	24
4-2- Valeurs azotées selon la date de récolte.....	26
CONCLUSION.....	28
Références bibliographiques	

INTRODUCTION

**ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE**

**ETUDE
EXPERIMENTALE**

MATERIELS
ET
METHODES

RESULTATS
ET
DISCUSSION

CONCLUSION

Références bibliographiques