

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques

Mémoire

Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de Master académique.

Spécialité : Production et nutrition animale

Thème

L'utilisation des arbres fourragers dans l'alimentation animale

Présenté par :

Mlle : Abbacha Imene

Mlle : Adane Dalila

Devant le jury :

Président	MOUHOUS Azeddine	Maitre de conférences A	UMMTO
Promoteur	KADI Si Ammar	Professeur	UMMTO
Examinatrice	DORBANE Zahia	Maitre de conférences B	UMMTO

Promotion : 2019/2020

Remercîments

Nous sincères remerciements s'adressent aux membres du jury,

Qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail :

- Mr Mouhous A. Maitre de conférence A à l'UMMTO pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury. Nous lui exprimons toutes nos reconnaissances*
- Mlle Dorbane Z. Maitre de conférence B à l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.*
- On tient à exprimer toute notre reconnaissance à notre promoteur M. Kadi S.A professeur au département des sciences agronomiques à l'UMMTO on le remercie de nous avoir encadré, orienté et pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter notre réflexion.*

Nous saisissons par ailleurs l'occasion qui se présente pour remercier tous les enseignants qui nous ont formées et transmis leur savoir.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mère pour son amour, son soutien, ses encouragements, et sa patience.

Que dieu lui accorde longue vie et bonne santé

À mon frère Messaoud pour sa disponibilité, ses conseils, et son aide précieuse. Je sais que je ne le dis pas souvent mais merci, et j'espère que tu trouveras dans ce travail toute ma reconnaissance.

À mes sœurs Dounia et Dihia pour leur amour et leur soutien.

À mes frères Ahmed, Slimane, Amar, Abdelkader et à toute ma famille particulièrement mes grands-parents.

À mes copines Lydia et Ryma pour la disponibilité et l'aide précieuses.

À mon binôme Imene.

*À toute la promotion de master production et nutrition animale
2019 /2020.*

Dalila

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À mes très chers parents pour leurs soutiens au cours de ces longues années d'études, J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour. Que Dieu vous bénisse.

À Amine mon très cher fiancé pour sa disponibilité, son aide précieuse et ses encouragements.

À mes très cher frères Yanis et Nassim et à toutes ma famille.

À mon binôme Dalila.

À ma belle-sœur Anaïs.

À toutes mes amies et à toute la promotion de master de production et nutrition animale 2019/2020.

Imene

Liste des abréviations

ADF :	Acid Detergent Fiber
ADL :	Acid Detergent Lignin
CB :	Cellulose Brute
dMO :	Digestibilité de la matière organique
FAO :	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
INRA :	Institut National de Recherche Agronomique, Français
MAT :	Matière Azotée Totale
MM :	Matière Minérale
MO :	Matière Organique
MS :	Matière Sèche
NDF :	Neutral Detergent Fiber
TV :	Trèfle violet

Liste des figures

Figure 1 : Description schématique d'une graminée	2
Figure 2 : Principaux stades de développement des graminées fourragères	3
Figure 3 : Description schématique d'une légumineuse	5
Figure 4 : Schéma du développement de la luzerne.....	6
Figure 5 : Représentation schématique de la fléole des prés.....	7
Figure 6 : Représentation schématique du brome inerme	8
Figure 7 : Représentation schématique du dactyle pelotonné	9
Figure 8 : Représentation schématique de la fétuque élevée	10
Figure 9 : Représentation schématique de la luzerne	12
Figure 10 : Représentation schématique du trèfle violet.....	13
Figure 11 : Représentation schématique du trèfle blanc	14
Figure 12 : Représentation schématique du trèfle d'Alexandrie.....	15
Figure 13 : un berger grimpe à l'aide d'une perche sur un arbre fourrager, <i>Khaya senegalensis</i> , pour alimenter son bétail	21
Figure 14 : Le jeune berger ravale les branches de la base vers l'extrémité de l'arbre Facilitant ainsi sa progression	22
Figure 15 : Exemple de récolte, pour une distribution à l'auge, des feuilles de frêne (<i>Fraxinus angustifolia</i>) en Kabylie	23
Figure 16 : peuplement d'acacia senegal : (a) en début de saison sèche, (b) pendant la saison Sèche	24
Figure 17 : Prélèvement direct de feuillage d'arbre par les animaux.....	25
Figure 18 : Exemple d'ombrage par des arbres fourragers (ici <i>Fraxinus angustifolia</i>) D'une étable en Kabylie	31
Figure 19 : Moutons sous l'ombrage de <i>Pistacia atlantica</i> dans steppe en Algérie	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : Critères utilisés par les agriculteurs pour évaluer les arbres fourragers polyvalents en Ethiopie.....	20
Tableau 2 : Composition et digestibilité de feuillages de ligneux (2014, 2015, 2016) nombre de mesures, moyenne et valeurs extrêmes.....	25
Tableau 3 : Moyennes mensuelles des états de feuillaison, en pourcentage du maximum annuel par espèce	27
Tableau 4 : Arbres fourragers et pour quelle espèce sont utilisés.....	29
Tableau 5 : Certaines espèces d'arbres fourrager et leurs compositions chimiques	30

Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Table des matières

Introduction générale

Chapitre I : généralités sur les fourrages

Introduction	1
1. Définition	1
2. Familles des fourrages	1
3. Le classement des meilleures espèces fourragères	6
4. Apports des fourrages dans l'alimentation animale	15
5. Problématiques des fourrages	16
6. Alternatives	17

Chapitre II : Les arbres fourragers

1. Historique	18
2. Débuts des recherches dans le domaine	18
3. Définition	19
4. Connaissances ancestrale des éleveurs sur les arbres fourragers	19
5. La place de l'arbre dans le calendrier fourrager	24
6. Apports et valeur nutritive des arbres fourragers	25
7. Les substances antinutritionnels des arbres fourragers	26
8. La fluctuation de la feuillaison des arbres fourragers	27
9. Utilisation des arbres fourragers pour l'alimentation du bétail	29
10. Aspects positifs et négatifs des arbres fourragers	31
Conclusion générale	34
Références bibliographiques	

Introduction générale

Introduction :

La partie la plus importante des charges opérationnelles de l'élevage est vouée à l'alimentation, avec 25 à 70 % des charges totales de production (Phocas et al., 2014).

L'alimentation est une problématique récurrente chez les éleveurs, ils doivent au même temps répondre à plusieurs préoccupations comme la couverture des besoins de leur cheptel, améliorer la production et optimiser les charges de l'alimentation (Zirmi Zembri et Kadi, 2016).

Dans l'alimentation du bétail, l'offre fourragère est souvent insuffisante notamment dans les pays à climat chaud. Les ligneux fourragers qui peuvent être des arbres ou des arbustes de grande ou petite taille, ont une composante importante des ressources fourragères cellulosiques, caractérisé par un taux élevé de protéines disponibles pour le bétail et la faune (Leng, 1997).

Les arbres et les arbustes fourragers sont d'une très grande importance et constituent une réserve alimentaire sur pieds pour les animaux d'élevages. Ils permettent aux éleveurs de traverser des périodes critiques de déficit fourrager et de sécheresse et de renforcer leur autonomie alimentaire (Klein et al, 2014). Les arbres et arbustes fourragers sont utilisés dans des contextes allant de l'utilisation en période de soudure alimentaire dans les parcours secs. Jusqu'à la culture d'arbustes spécifiquement pour l'alimentation animale (Archimède et al., 2011).

Dans le passé, les feuillages étaient utilisés couramment pour l'alimentation des animaux d'élevages et leur coupe ou celle des branches est attestée dès l'époque romaine. Parfois les plantes ligneuses étaient utilisées à différentes fins, mais leur importance alimentaire n'a été reconnue que tardivement (Baumer, 1992).

Depuis les naissances de l'élevage, l'alimentation des animaux a constitué un enjeu majeur, surtout en cas de conditions climatiques extrêmes (hivers ou étés secs). Dans certaines sociétés traditionnelles, les éleveurs utilisent des feuilles, des brindilles et des branchettes feuillées pour les animaux (Durand-Tullou, 1972 ; Austad, 1988 ; Haas et al., 1998 ; Halstead, 1998).

Le présent travail a pour but de mettre en évidence l'utilisation des arbres fourragers dans l'alimentation animale par les éleveurs ainsi que les modes d'utilisation, récolte et conservation et également les espèces utilisées et leurs apports dans l'alimentation du bétail.

Chapitre I

Généralités sur les fourrages

Introduction :

L'alimentation représente la partie la plus importante des charges de la production animale, c'est le poste le plus couteux de l'élevage il varie de 25 à 70% du coup totale de production (Phocas et al., 2014).

Les fourrages occupent une part importante dans l'alimentation des ruminants, vu que ces derniers sont des herbivores et des utilisateurs obligatoires d'aliments grossier qui vont leur fournir notamment les fibres essentielles à la rumination (Cauty et Perreau, 2009).

L'alimentation des ruminants doit leur garantir des apports nutritionnels en énergie, en matières azotées, en minéraux et en vitamines qui vont venir couvrir leurs multiples besoins. Les herbivores ont la particularité de pouvoir digérer les fibres des végétaux en les transformant en énergie et de synthétiser des protéines à partir des constituants azotés, protéiques, apportés par l'alimentation. C'est principalement le cas des ruminants par le biais des microorganismes du rumen (Klein et al., 2014). D'où l'intérêt d'une bonne maîtrise de l'alimentation, pour faire les meilleurs choix d'espèces à utiliser et associations fourragères à adopter, pour atteindre les objectifs fixés par l'éleveur sur le plan nutritionnel, économique et technique également.

1. Définition :

Un fourrage est destiné à l'alimentation d'un animal herbivore, il contient nécessairement des tiges et des feuilles mais peut contenir également des grains. C'est un aliment grossier qui se distingue par un taux de fibres présentes dans les tiges et les pétioles des feuilles, il peut être utilisé vert ou conservé, à l'auge ou pâturé (Cauty et Perreau, 2009).

2. Familles des fourrages :

Les plantes utilisées comme fourrage peuvent appartenir à des familles diverses et variées mais principalement à celles des graminées, des légumineuses, des astéracées et des chénopodées (Duchenne et Demeuse, 2006 ; Klein et al., 2014).

2.1. Les graminées fourragères :

La famille des Gramineae (ou Poaceae) tient une place considérable dans l'alimentation des hommes – puisqu'elle compte presque toutes les céréales – et dans celle des animaux – les plantes herbacées les plus communes dans les pâturages étant des graminées. Les céréales, domestiquées dès le début de l'agriculture, ont permis l'essor des

grandes civilisations. Elles sont devenues des sources importantes de matières premières pour l'alimentation des animaux domestiques dans les systèmes intensifiés (Klein et al., 2014).

2.1.1. Description :

Les graminées sont des plantes herbacées qui partagent des caractéristiques morphologiques qui les distinguent des autres familles végétales :

Comme on peut le voir dans la figure 1 la tige des graminées est creuse (sauf celle du maïs) et composée des feuilles, des nœuds, des internœuds et de l'inflorescence. Les feuilles ont pour origine un nœud. Ceux-ci sont pleins et plus ou moins nombreux. L'espace entre 2 nœuds est appelé internœud. La feuille est composée de deux parties, la gaine et le limbe. La gaine commence au nœud et enferme plus ou moins la tige sur une certaine longueur. Elle peut être fendue ou soudée (véritable tuyau qui enferme complètement la tige). Souvent, la base de la gaine est soudée alors que sa partie supérieure est fendue. Le limbe est détaché de la tige et forme avec elle un angle variable. Les racines des graminées sont fasciculées et peuvent être très denses. Elles apparaissent généralement au niveau du plateau de tallage mais, dans certaines conditions, elles peuvent apparaître au niveau des nœuds (Crémer, 2014).

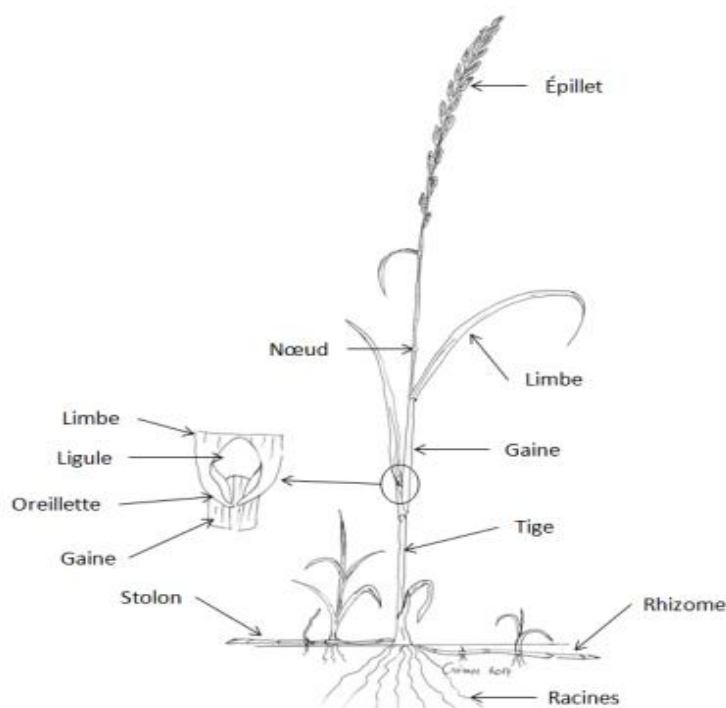


Figure 1 : Description schématique d'une graminée (Crémer, 2014)

2.1.2. Les stades de développement des graminées :

Comme il est illustré dans la figure 2 les stades de développement des graminées sont :

Phase végétative : Cette phase commence à la levée de la graine et se termine à l'apparition des premiers nœuds, avec l'émergence des premiers ensembles gaines-feuilles et éventuellement de talles latérales.

Montaison : Cette étape couvre l'élongation de la tige et l'apparition des nœuds. Le bourgeon floral se trouve à l'extrémité de la tige, caché par la gaine foliaire supérieure.

Épiaison : Ce stade est celui de l'apparition du bourgeon floral hors de la dernière gaine et différenciation de l'inflorescence.

Floraison : Ce stade est celui de l'apparition des fleurs et des organes reproducteurs (pistil et étamines).

Fructification : Cette étape couvre la formation des graines jusqu'à leur maturité.

Dissémination des semences : Au cours de cette phase, les graines, avec ou sans leurs enveloppes selon les espèces, sont mûres et se détachent de la plante. La tige fertile meurt et se dessèche (Klein et al., 2014).

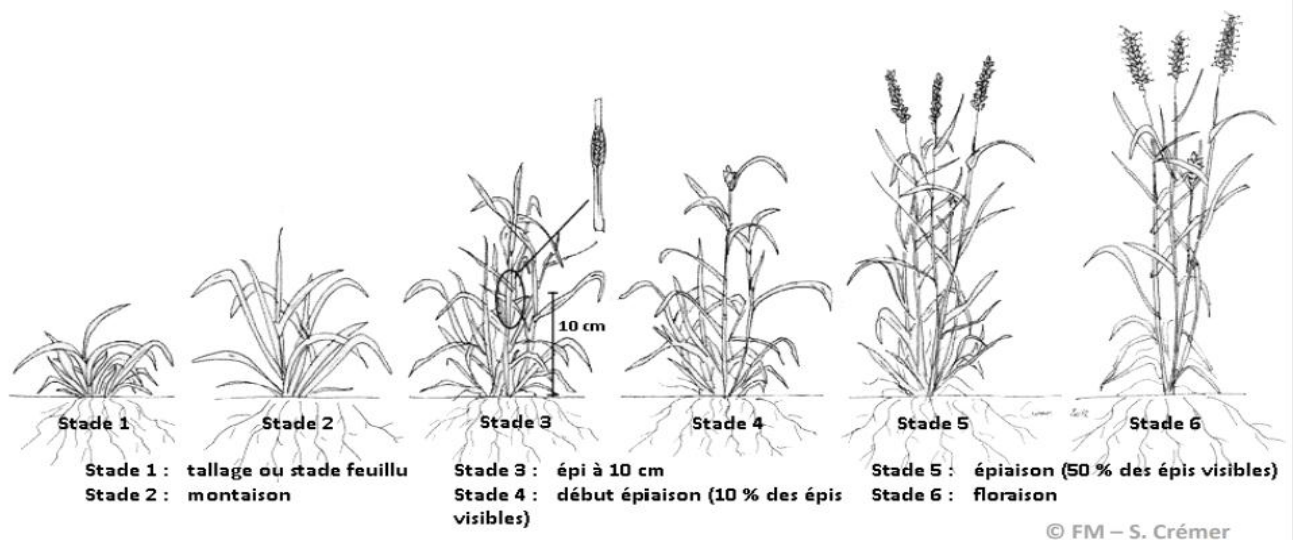


Figure 2 : Principaux stades de développement des graminées fourragères (Crémer, 2014)

2.2. Les légumineuses fourragères :

Les légumineuses sont, avec les graminées, les familles botaniques les plus utiles à l'alimentation dans le monde. Les légumineuses regroupent trois familles (ou sous-familles) : les Fabaceae (ou Papilionaceae), les Mimosaceae et les Caesalpiniaceae. Parmi les 17 000 espèces connues, seules 3 700 environ ont été repérées pour leurs qualités fourragères. La majorité des Fabaceae sont des plantes herbacées ou des arbustes et arbrisseaux, adaptés aux régions tropicales ou tempérées, tandis que la plupart des Mimosaceae et des Caesalpiniaceae sont des arbres et des arbustes des régions tropicales et méditerranéennes (Klein et al., 2014).

2.2.1. Description :

La détermination d'une légumineuse repose sur l'observation de l'ensemble de plusieurs composants, comme on peut le constater dans la figure 3 :

Les tiges des légumineuses peuvent être pleines, creuses, simples ou ramifiées. Certaines espèces présentent des tiges cylindriques, d'autres sont anguleuses. Certaines espèces ont des tiges ailées.

Le port des tiges est aussi caractéristique ; certaines espèces ont un port dressé, alors que d'autres sont couchées ou grimpante. La feuille. Elle est composée de plusieurs parties : les stipules, le pétiole, les folioles, les limbes. Les stipules sont des appendices foliaires situés à la base du pétiole. Le pétiole est la « tige » de la feuille, la partie étroite qui relie le limbe à la tige. Les folioles sont les parties élémentaires des feuilles composées. Elles sont composées du limbe, partie plane, et peuvent parfois présenter un pétiolule, petite subdivision du pétiole ainsi que des stipelles qui sont des petites stipules situées à la base du pétiolule. Les racines des légumineuses peuvent être fasciculées ou être constituées d'une racine pivot importe (Crémer, 2014).

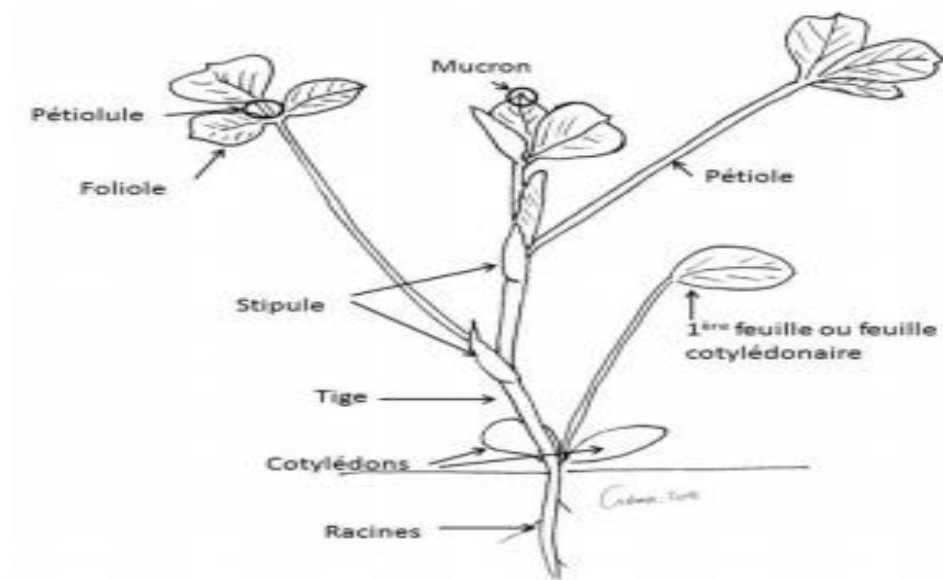


Figure 3 : Description schématique d'une légumineuse (Crémer, 2014)

2.2. Les stades de développement des légumineuses :

La figure 4 illustre les stades de développement d'une légumineuse (luzerne) qui se résumant :

De la germination au stade 4 feuilles : La germination des légumineuses prairiales est généralement épigée car les cotylédons sont au-dessus du sol. Une des exceptions à cette règle est la vesce cultivée dont sa germination est hypogée. Les téguments tombent et les cotylédons s'écartent. Le premier entre-nœud (épicotyle) s'accroît laissant apparaître la première feuille qui est unifoliée. Celle-ci est aussi appelée feuille cotylédonaire. Les feuilles suivantes sont composées de 3 folioles rattachées à la tige par un pétiole. Le développement des plantes est assuré par les réserves des cotylédons jusqu'au stade 4 feuilles. A ce stade, la plantule se sèvre et traverse une crise de croissance importante (Crémer, 2014).

La phase végétative : La tige principale continue son élongation en produisant des feuilles alternées. Au stade 7-8 feuilles, une tige secondaire se développe à partir du bourgeon axillaire situé à l'aisselle de la feuille cotylédonaire. D'autres tiges démarrent à sa suite depuis le niveau des cotylédons. Les plantes produisent également des tiges secondaires à partir des bourgeons axillaires des premières feuilles trifoliées.

L'ensemble de ces tiges va former le collet. La luzerne développe dans le même temps sa racine pivotante principale et ses racines secondaires. Les premières nodosités apparaissent aussi à ce stade (Crémer, 2014).

La phase reproductive : La phase reproductive commence par le bourgeonnement. La floraison intervient ensuite. Ce n'est qu'à ce stade que les réserves de la plante sont constituées dans la racine. Une fois la fécondation effectuée, la fructification débute. Chez les légumineuses, le fruit est une gousse. Au moment de la floraison, les bourgeons de la base des tiges, inhibés jusqu'alors, commencent à s'allonger et donnent de nouvelles pousses (Crémer, 2014).



Figure 4 : Schéma du développement de la luzerne (Crémer, 2014)

3. Le classement des meilleures espèces fourragères :

Dans l'alimentation animale il est essentiel de bien choisir les espèces à utiliser afin de prévoir les meilleures associations qui vont être à la hauteur des attentes de l'éleveur sur le plan nutritionnel, économique ainsi que technique.

Selon Michaud et Allard (2005) il y a un bon nombre de critères à prendre en considération lors du choix des espèces à cultiver suivant l'objectif désiré, l'adaptation de

l'espèce aux conditions de drainage et au pH du sol, son potentiel de rendement et son utilisation ainsi que la rusticité et sa capacité à persister sur plusieurs années.

3.1 Les graminées recommandées :

3.1.1. La fléole des prés :

La fléole des prés (*Phleum pratense*), surnommée « mil », est une espèce pérenne de longue durée. C'est une graminée cespiteuse, c'est-à-dire qu'elle pousse en touffes, mais ces dernières sont relativement petites, donnant ainsi un gazon ouvert. Elle atteint une hauteur de 80 à 100 cm (Tran et al., 2015).

La fléole des prés est une espèce alternative et remontante. Au cours de la repousse de printemps, presque toutes les talles développent une tige reproductrice. Un des entrenœuds inférieurs de la tige (parfois deux) reste plutôt court, s'élargit et forme un pseudobulbe où s'emmagazine une bonne partie des réserves nutritives (Tran et al., 2015)

Ce pseudobulbe est plein contrairement à la tige qui est creuse. Le système racinaire est peu abondant et superficiel. Il dépasse rarement 70 cm de profondeur et 90 % des racines se retrouvent dans les 20 premiers centimètres du sol. L'inflorescence est une panicule spiciforme. La ligule membraneuse est irrégulière, de sommet pointu et avec une encoche de chaque côté. La graine est petite et de couleur argent vif à beige. Les graines sont au nombre de 2 500 000 par kilogramme (figure 5) (Tran et al., 2015).

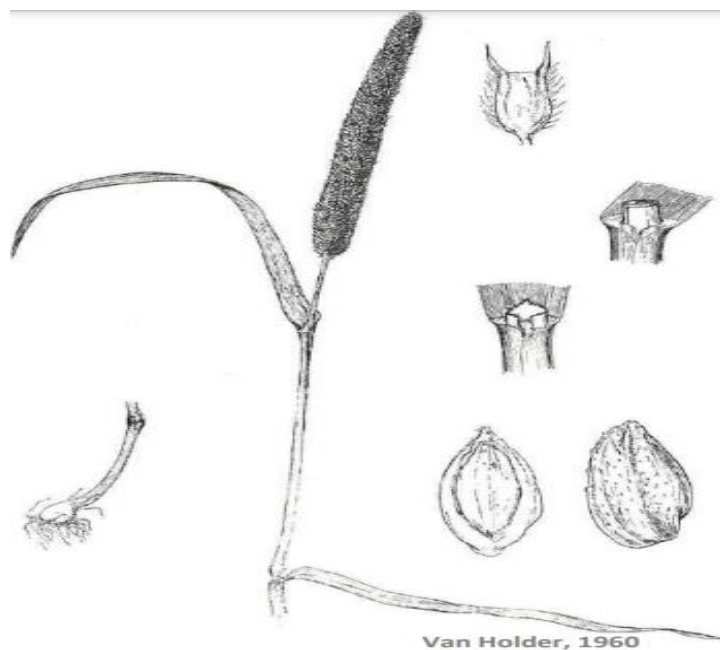


Figure 5 : Représentation schématique de la fléole des prés (Crémer, 2014)

3.1.2. Le brome inerme :

Le brome inerme (*Bromus inermis*) (figure 6) est une espèce pérenne de longue durée ayant un port dressé. Les premières feuilles des pousses sont généralement pubescentes tandis que les suivantes sont glabres. Ses feuilles longues et larges varient de vert pâle à vert foncé et portent un « W » vers le centre. C'est une espèce alternative et non remontante. Le brome inerme se propage par rhizomes et forme un gazon dense. Son système racinaire est abondant et profond. Ses racines fasciculées peuvent pénétrer dans le sol jusqu'à deux mètres et plus de profondeur, il résiste bien à la chaleur et à la sécheresse. En été, par temps chaud et sec, il fournit un regain supérieur à celui de la fléole des prés, mais semblable à celui du dactyle pelotonné. L'inflorescence est une panicule dressée et ramifiée. Les épillets ont une couleur rouge brunâtre à la floraison. Les graines sont longues, légères et de couleur brun clair avec une teinte pourpre. Elles sont au nombre de 300 000 par kilogramme (Michaud et Allard, 2005).

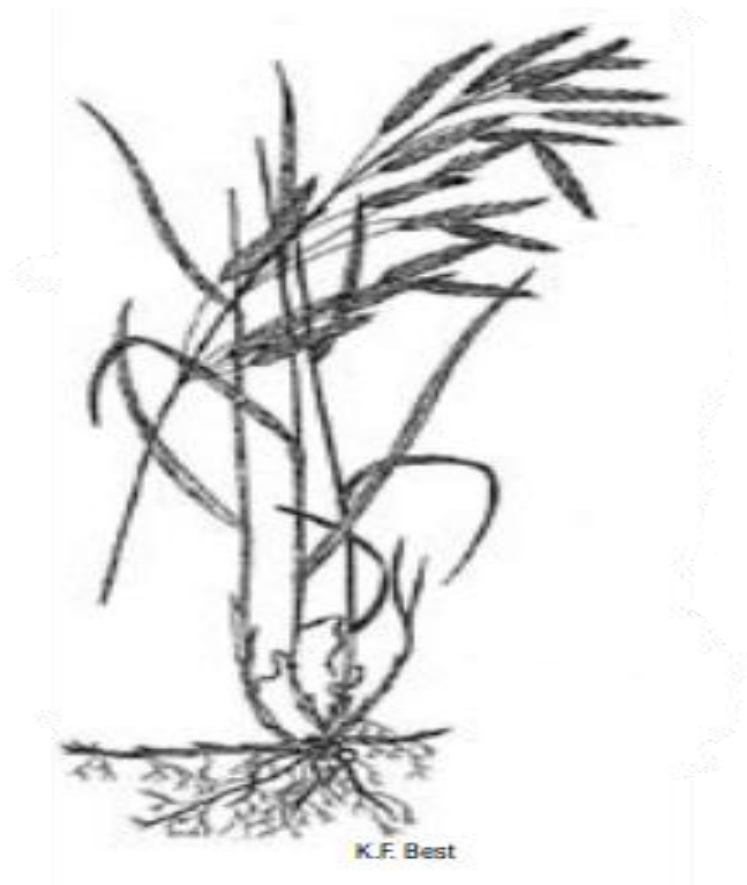


Figure 6 : Représentation schématique du brome inerme (K.F. Best)

3.1.3. Le dactyle pelotonné (ou aggloméré) :

Le dactyle pelotonné (*Dactylis glomerata*) (figure 7) est une graminée pérenne de longue durée là où elle est bien adaptée. Son port est dressé et ses tiges peuvent atteindre plus de 1 m de hauteur. Les feuilles et les tiges sont glabres (Heuzé et al., 2015)

Les gaines sont aplaties et donnent un aspect comprimé aux talles. Les feuilles sont planes et la nervure centrale est proéminente. La ligule membraneuse est très longue (3 à 5 mm) avec une pointe au sommet. Son système racinaire est abondant mais moins profond que celui du brome inerme. Le dactyle ne possède pas de rhizomes ni de stolons, mais des talles très nombreuses formant des grosses touffes circulaires (plante cespiteuse) qui font saillie à la surface du sol et donnent un gazon ouvert, c'est une espèce très vigoureuse et précoce ; il commence donc à pousser tôt au printemps. Il se développe très rapidement et épie environ une semaine avant le brome inerme et deux à trois semaines avant la fléole des prés. Après la première fauche, certaines plantes épiant de nouveau, bien que la plupart restent généralement feuillues, car le dactyle est une plante non alternative et non remontante. L'inflorescence est une panicule pauciflore ouverte à la base et fermée au sommet. Les épillets apparaissent en paquets denses au bout des tiges. On compte environ 1 442 000 graines par kilogramme (Michaud et Allard, 2005).



Figure 7 : Représentation schématique du dactyle pelotonné (Crémer, 2014)

3.1.4. La fétuque élevée :

La fétuque élevée (*Lolium arundinaceum*, syn. *Festuca arundinacea*,) (figure 8) est une graminée cespiteuse qui possède de courts rhizomes et forme un gazon dense et ferme. Son système racinaire est abondant et profond, semblable à celui du brome inerme. Ses tiges sont dressées et peuvent dépasser un mètre de hauteur. C'est une graminée non alternative et non remontante. Les feuilles sont vertes à vert foncé selon la disponibilité en azote du sol. Elles sont enroulées en préfoliation, ce qui distingue la fétuque élevée du ray-grass vivace dont la feuille est pliée en préfoliation. Le limbe est épais et coriace, lisse et luisant en dessous, mais terne et profondément cannelé sur sa face supérieure. La marge des feuilles est rugueuse et coupante au toucher. La fétuque élevée est également caractérisée par des oreillettes légèrement ciliées présentes à la base du limbe. L'inflorescence est une panicule ouverte. On compte environ 500 000 graines par kilogramme (Michaud et Allard, 2005).



Figure 8 : Représentation schématique de la fétuque élevée (Crémer, 2014)

3.2. Les légumineuses recommandées :

3.2.1. La Luzerne (*Medicago sativa*) :

La luzerne (L) (figure9) est adaptée aux sols sains ou séchant, pas trop acides (pH eau d'au moins 6 avec un idéal entre 6,5 et 7,2), bien pourvu en phosphore et en potasse. Elle redoute surtout l'excès d'humidité et ne persiste pas dans un sol où la nappe phréatique remonte l'hiver, ni s'il est mal drainé elle tolère assez bien le froid lorsqu'elle est bien installée. C'est essentiellement une plante de fauche, même si la pâture est pratiquée sur les repousses de fin d'été, avec précaution cependant, car elle est très météorisant. Séchant facilement, elle est bien adaptée à la récolte en foin ou en enrubannage. Sa faible teneur en sucres et son pouvoir tampon élevé la rendent mal adaptée à l'ensilage, à moins de la préfaner fortement ou d'utiliser un conservateur d'ensilage acide, la luzerne fournit de très haut rendement en protéines par hectare. Elle présente à tous les stades des teneurs plus élevées en cellulose brute que le trèfle violet. Ses fibres peu digestibles peuvent limiter le potentiel de production laitière. Par contre, en complément aux fourrages manquant de structure ou de protéines (ensilage jeune, foin de regain, maïs...), la luzerne peut cependant apporter les quantités de fibres ou de protéines nécessaires à la santé du bétail. Bien conduite, sa pérennité est de 4 ans, elle a un effet positif sur la structure du sol en le décompactant et laisse un reliquat d'azote important pour la culture suivante. Pour favoriser sa longévité, il est à souligner que des temps de repos suffisants sont nécessaires et que la luzerne doit fleurir au moins une fois dans l'année afin de permettre de reconstituer des réserves au niveau du pivot central (Michaud et Allard, 2005).



Figure 9 : Représentation schématique de la luzerne (Crémer, 2014)

3.2.2. Le Trèfle Violet (*Trifolium patrense*) :

Souvent associé au ray-grass anglais et à la fléole ou encore au ray-grass d'Italie ou au ray-grass Hybride (figure10) dans d'autres régions du pays, le trèfle violet (TV) est une légumineuse typique des prairies de fauche. Il résiste au froid et supporte les sols acides mais il a des besoins importants en eau. Son utilisation reste assez limitée à cause de son manque de persistance dans un couvert en place. En effet, la plupart des variétés ne résistent qu'à un ou deux hivers maximums, pour garder les prairies temporaires plus de 2-3 ans avec un gazon dense et bien fermé, ce qui évite le salissement par les adventices telles que le rumex, un sursemis de trèfle violet est préconisé. Cependant, depuis quelques années, des variétés de TV suisses plus pérennes sont également disponibles sur le marché. Ces variétés sont dites "Mattenklee" et peuvent être utilisées dans des mélanges semés pour plus de 3 ans. En plus d'être plus persistantes, elles sont également plus compétitives et agressives vis-à-vis des graminées que l'on associe (Heuzé et al., 2015).



Figure 10 : Représentation schématique du trèfle violet (Crémer, 2014)

3.2.3 Le trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) :

Le trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) (figure 11) est une légumineuse rampante, herbacée et pérenne. Dans les régions plus chaudes, elle peut se comporter comme une annuelle qui pousse en été. Le trèfle blanc est une légumineuse fourragère largement utilisée, cultivée seule ou en mélange avec des graminées, dans des peuplements pluviaux ou irrigués.

Le trèfle blanc est un fourrage précieux, facile à manger et à haute valeur nutritive : il est de meilleure qualité que les légumineuses tropicales. Le trèfle blanc peut être utilisé comme pâturage, foin et ensilage pour de nombreuses classes de bétail (Heuzé et al., 2019). Il fournit plusieurs services environnementaux tels que la fixation de l'azote et la protection contre l'érosion des sols. En raison de ces caractéristiques, le trèfle blanc présente un intérêt particulier dans les systèmes d'agriculture biologique (Heuzé et al., 2019).



Figure 11 : Représentation schématique du trèfle blanc (Crémer, 2014)

3.2.4. Trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum* L.) :

Le trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum* L.) (figure 12) est l'un des fourrages légumineux les plus importants de la région méditerranéenne et du Moyen-Orient. La berseem est une légumineuse fourragère annuelle, peu poilue et érigée, d'une hauteur de 30 à 80 cm (Heuzé et al., 2016).

Le Berseem est un fourrage de haute qualité à croissance rapide qui est principalement coupé et nourri sous forme de fourrage vert haché. Il est souvent comparé à la luzerne, en raison de sa valeur alimentaire comparable. Toutefois, contrairement à la luzerne, il n'a jamais été signalé qu'il provoquait des ballonnements. Elle est légèrement moins résistante à la sécheresse, mais se comporte mieux sur des sols très humides et alcalins. En outre, le berseem peut être semé au début de l'automne et peut donc fournir de la nourriture avant et pendant les mois les plus froids (Heuzé et al., 2016).

Elle est très productive lorsque les températures augmentent après l'hiver. Les graines sont abondantes dans des conditions favorables. Le berseem peut également être transformé en ensilage avec de l'avoine ou être nourri avec de la paille hachée (Heuzé et al., 2016).

Le pâturage est possible, bien que moins fréquent que la coupe. Le trèfle de Berseem peut également être utilisé comme culture d'engrais vert.



Figure 12 : Représentation schématique du trèfle d'Alexandrie (Crémer, 2014)

4. Apports des fourrages dans l'alimentation animale :

D'un point de vu nutritionnel un fourrage est caractérisé par sa valeur nutritionnelle (son apport en énergie, en azote, en minéraux...) et également par son ingestibilité qui est la quantité ingérée par un ruminant lorsque ce dernier reçoit un fourrage à volonté (Démarquilly et Andrieu, 1992).

Les protéines brutes chez les légumineuses et les graminées se trouve principalement dans les feuilles de la plante Les légumineuses sont plus riches en matières azotées totales (MAT) que les graminées ainsi qu'en certains minéraux, en particulier le calcium (Baumont et al., 2007).

Elles sont plus pauvres en glucides solubles et en parois végétales totales (NDF). Mais, du fait d'une digestibilité du (NDF) plus faible, la digestibilité de la matière organique (dMO) des légumineuses à tiges (luzerne, trèfle violet, sainfoin), donc leur valeur énergétique, est généralement plus faible ou semblable à celle des graminées. Par contre, le trèfle blanc, et vu l'absence de tiges et de sa faible teneur en NDF, se différencie par une digestibilité très élevée et supérieure à celle des graminées. Au cours du même cycle de végétation, les

légumineuses sont plus digestibles que graminées et leur valeur alimentaire est donc plus stable dans le temps (Michaud et al., 2015).

5. Problématiques des fourrages :

La conduite de l'alimentation des ruminants doit leur garantir des apports nutritionnels en énergie, en matières azotées, en minéraux et en vitamines correspondant à leurs besoins, que pour leur production (croissance et production de viande, gestation, production de lait, de cuir, de laine, de travail, etc.). Les ruminants ont la capacité de digérer les constituants fibreux des fourrages pour les valoriser en énergie assimilable et de synthétiser des protéines à partir des divers constituants azotés, protéiques ou non, apportés par l'alimentation (Klein et al., 2014).

Ce pendant un rapport de la FAO affirme que l'élevage et tout activité annexes (cultures fourragères, transformation des produits animaux ...) est l'une des causes des problèmes environnementaux, à savoir la perte de la biodiversité, pollution des eaux et de l'atmosphère et dégradation des terres (FAO, 2006).

5.1. Occupation des terres :

L'élevage est le premier utilisateur des ressources terrestres de la planète, les pâturages et les terres affectées aux cultures fourragères représentent environ 80% de la superficie des terres agricoles totales, le secteur utilise 3.4 milliards d'hectares sous forme de pâturage (FAO, 2009) ainsi que 0,5 milliards d'hectares pour les cultures fourragères (Steinfeld et al., 2006).

5.2. Consommation d'eau :

L'élevage représente environ 8% de la consommation mondiale d'eau qui est principalement allouée à l'irrigation des cultures fourragères, la croissance des systèmes de production industriels augmente les besoins en eau d'irrigation pour la production fourragère (FAO, 2009).

5.3. Consommation d'énergie :

Selon Gysler (2017) les cultures fourragères viennent en deuxième position après les cultures maraichères avec une consommation d'énergie de 22% de la consommation globale de la production agricole.

6. Alternatives :

Vu les problématiques qui entourent le secteur de l'alimentation animale, selon Cotte (1971) des mesures s'imposent afin d'améliorer l'alimentation du bétail et d'optimiser les ressources naturelles :

- _ Amélioration des pâturages naturels et leurs conditions d'exploitation.
- _développement de la production des céréales fourragères.
- _développent des cultures fourragères.
- _amélioration des conditions de récolte et de conservation des fourrages.
- _meilleure utilisation des sous-produits de l'agriculture et des industries agricoles
- _développement des cultures productrices de protéines pour l'alimentation animale.
- _extension des cultures irriguées en vue de l'alimentation du bétail.
- _ Exploitation du feuillage d'arbre.

Chapitre II

Les arbres fourragers

1. Historique :

L'agroforesterie est caractérisée par l'association d'arbres, de cultures et/ou d'animaux, sur une même surface. Cette pratique en élevage remonte au néolithique. Thiebault (2005) a étudié l'utilisation des arbres dans l'élevage depuis le néolithique, des résidus de charbon retrouvés dans les grottes du sud de la France par analyse anthracologique (étude des bois carbonisés).

Un des résultats capitaux avait montré que l'émouillage sur les frênes, chênes ou ormes faisait partie des pratiques communes des éleveurs de la période en question. Mais aussi étonnant que cela puisse être, l'arbre fourrager apparaît tardivement dans les programmes de recherche.

2. Débuts des recherches dans le domaine :

Les premiers pays à s'interroger au sujet de la place des arbres dans les systèmes fourragers, plus précisément de la possibilité d'une ressource fourragère herbacée, sont d'origine anglo-saxonne. A partir des années 1950-1970, les Etats-Unis d'Amérique commencent à s'intéresser aux systèmes sylvopastoraux et, étudiaient la production fourragère par les couverts d'arbres ainsi que la compétition entre l'arbre et les cultures fourragères. (Gaines et al., 1954 ; Leithead, 1970).

La Nouvelle Zélande a également eu un rôle majeur par l'étude comportementale des prairies en situation de plantations forestières (Knowles, 1991 ; Guitton et al., 1993). Ces travaux ont également abordé la question primordiale de la sélection de variétés pour les prairies (graminées, légumineuses) adaptées à l'ombrage (Armstrong, 1974 ; Watson et al., 1984).

En France, ce n'est qu'à partir des années 1980 que les recherches s'orientent vers le sylvopastoralisme, d'abord au pâturage en zone de garrigue ou en montagne (Rappey et al., 1994 ; Balent, 1996 ; Etienne, 1996 ; Guérin et al., 2005).

L'équipe INRAE d'Avignon lança également les premières analyses fourragères des ligneux en région méditerranéenne à partir des années 1990 (Agreil et al., 2004).

3. Définition :

Le pâturage aérien désigne les associations d'espèces ligneuses que sont les arbres, les arbustes et les arbrisseaux des pâturages naturels qui participent dans l'alimentation du bétail. Différentes et plusieurs parties, comme les feuilles, les branches et les fruits peuvent être utilisées pour l'alimentation animale (Tounkara, 1991).

4. Connaissances ancestrale des éleveurs sur les arbres fourragers :

Les agriculteurs ont une connaissance très importante des arbres fourragers et de leurs qualités nutritionnelles (Mahato et Subba, 1988). Les valeurs nutritives des fourrages varient selon les espèces et la saison de croissance et, par conséquent, les agriculteurs préfèrent des espèces différentes pour différentes saisons, et des animaux à nourrir.

Les méthodes traditionnelles et le choix des espèces de fourrage par les agriculteurs qui reposent sur l'expérience, reflète leurs connaissances sur les valeurs nutritionnelles, la facilité de culture et la fluctuation saisonnière de la croissance dans l'environnement local (Panthi, 2013)

4.1. L'intérêt fourrager des arbres

Les arbres sont appréciés selon trois paramètres majeurs que sont la valeur alimentaire, la phénologie et la biomasse fourragère ainsi que l'utilisation par les ruminants (Ickowicz et al., 2005).

Semblablement aux légumineuses de pâturage, les feuillages d'arbres contiennent des niveaux élevés de protéines brutes ainsi que de minéraux (Tableau 2) et beaucoup présentent des niveaux élevés de digestibilité. Ils sont appréciés par le bétail et vraisemblablement grâce à leur système d'enracinement profond, ils continuent à produire jusqu'à la saison sèche (Paterson et al., 1998).

4.2. Les critères de choix des espèces à utiliser par les éleveurs :

L'idéal pour les espèces d'arbres à usages multiples c'est qu'elles devraient pouvoir assurer les six "F", objectifs essentiels de : fourrage, carburant, fibre, fruits/aliments, forêt et engrais (Raghavan, 1990).

La valeur nutritive n'est pas le seul critère appliqué par les agriculteurs dans la sélection des espèces d'arbres (Walker et al., 1999). Les caractéristiques agronomiques désirables de l'arbre fourrager sont : la facilité à établissement, bonne capacité concurrentielle,

productivité élevée et persistance sous la coupe ou le pâturage répétés, ne nécessitent pas d'engrais, résiste aux parasites locaux et aux maladies, la capacité de propagation, et possède une bonne valeur nutritive ainsi que la palatabilité pour les animaux (Ivory, 1990).

D'après Mekoya (2008) les paramètres utilisés pour classer les arbres par les agriculteurs au cours de l'exercice de classement pour chacun des caractéristiques souhaitées sont notés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Critères utilisés par les agriculteurs pour évaluer les arbres fourragers polyvalents en Ethiopie (Mekoya,2008)

Critère principal pour les caractéristiques souhaitées de l'arbre	Sous-paramètres de chaque critère
Rendement de la biomasse :	Quantité de feuilles et de rameaux mous par découpage.
La capacité d'adaptation :	Facile à cultiver sur une grande variété de types de sol, régimes de fertilisation et résistance la sécheresse.
Valeur alimentaire :	Appétence pour les animaux ; amélioration de la condition physique, la croissance et augmentation de la production laitière ; amélioration de la prise de régimes à base de paille ; amélioration de la santé des animaux.
Facilité de propagation :	Facile à propager par les graines, les semis et les boutures ; Facilité de collecte des graines et facilité d'élever des jeunes plants ; Besoin de main-d'œuvre.
Croissance et régénération :	Taux de croissance après établissement ; potentiel de repousse après des coupes fréquentes ou en boucle.
Multifonctionnalité :	Utilisation pour le bois, les poteaux et autres constructions ; Bois de chauffage ; Clôture ; valeur médicinale ; Arbre d'ombrage ; source de miel ; matériel agricole.
Durée de vie de l'arbre :	Capacité à persister pour nombreuses années après plantés sous coupe répétée.
Compatibilité :	Ne pas concurrencer les cultures sur les éléments nutritifs et l'humidité du sol ; améliorer le sol fertilité ; Améliorer la croissance des cultures annuelles et pérennes du couvert végétal.

4.3. Mode de récolte :

Selon Petit et Mallet (2001) l'émondage est pratiqué principalement en saison sèche quand le fourrage desséché ne suffit plus à couvrir les besoins du bétail ou fait défaut, les bergers grimpent aux arbres fourragers pour récolter le feuillage afin de pouvoir alimenter leur bétail, comme l'indique le jaunissement des plantes (Figure 13), la saison sèche est bien établie.

L'émondage des arbres se fait en commençant par grimper l'arbre ce qui demande de l'effort physique, donc c'est généralement pratiqué par les jeunes (Figure 14), le berger choisit les branches les plus accessibles pour pouvoir les couper les branches et progresser de la base vers l'extrémité à l'aide d'une machette (Figure 14).



Figure 13 : un berger grimpe à l'aide d'une perche sur un arbre fourrager, *Khaya senegalensis*, pour alimenter son bétail (Petit et Mallet, 2001).



Figure 14 : Le jeune berger ravale les branches de la base vers l'extrémité de l'arbre, facilitant ainsi sa progression (Petit et Mallet, 2001).

4.4. Mode d'utilisation :

Les ligneux fourragers (arbres, arbustes et lianes) en générale servent de fourrage d'appoint pour les bovins au moment où le fourrage herbacé vient à manquer (périodes de soudures), contrairement aux caprins qui eux broutent toute l'année. La relation entre l'éleveur et l'arbre est donc définie par les espèces animales qu'il élève et les modes d'élevage qu'il conduit (parcours naturels, ranching ou en stabulation). Dans les pâturages, le bétail se nourrit directement, soit sur les branches qu'il peut atteindre, soit sur du fourrage tombé au sol ou mis à sa disposition par la coupe. Pour les animaux en stabulation, les feuillages sont récoltés (Figure15) et apportés au bétail (Klein et al, 2014).



Figure 15 : Exemple de récolte, pour une distribution à l'auge, des feuilles de frêne (*Fraxinus angustifolia*) en Kabylie (Anonyme, 2020).

4.5. Mode de conservation :

C'est pendant la période sèche que les arbres ont un rôle complémentaire ou de substitution pour les aliments achetés, l'agriculteur peut avoir à prendre des décisions sur la manière de présenter le supplément. L'ingestibilité de certaines espèces est largement réduite lorsqu'elles sont présentées sous forme de foin, en particulier aux chèvres. En raison des limitations infligées par le climat (longue saison sèche et hivers frais) la plupart des arbres fourragers perdraient leur feuillage ; d'où l'utilité de les conserver, car il est impératif de disposer de foin, en mars/avril, pour couvrir les périodes les plus maigres de l'année. La conservation du feuillage des arbres fourragers réduit également la quantité de biomasse des arbres sur pied susceptible de souffrir des dommages causés par le gel (Dzowela et al.,1997).

5. La place de l'arbre dans le calendrier fourrager :

Les ressources fourragères varient selon les saisons. Pendant la saison sèche, l'alimentation du bétail est assurée par les arbustes rencontrés sur les parcours et les herbacées séchées. Les résidus de récolte sont stockés sous forme de réserves fourragères, ils apportent une ressource additionnelle au moment où les herbes perdent de leurs attraits (figure 16), particulièrement pour l'alimentation des bovins.

C'est en fin de la saison sèche (période de soudure), que les fourrages ligneux prennent (arbre, arbuste et lianes) une place importante dans l'alimentation du bétail en constituant ainsi un supplément alimentaire, soit par prélèvement direct par les animaux sur les parcours (figure 17), soit distribué à loge par les bergers. Au moment où les ressources herbacées sont desséchées et moins disponibles, l'arbre recouvre son feuillage, et fournit alors de jeunes feuilles de bonne qualité pour le bétail (Gandon, 2003).

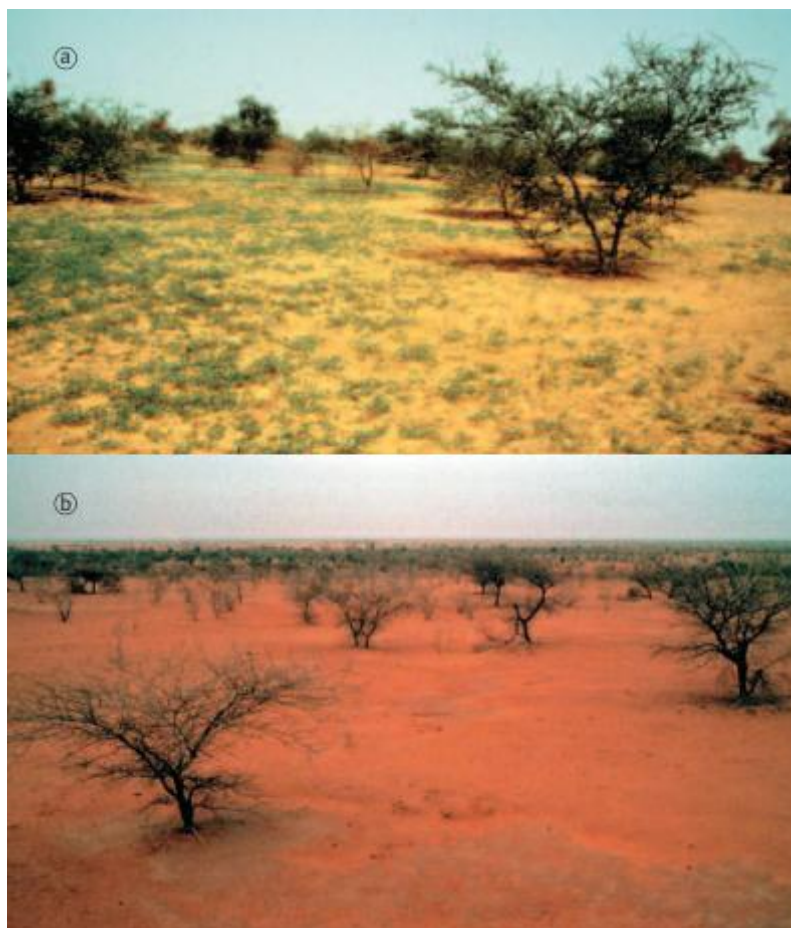


Figure 16 : peuplement d'*acacia senegal* : (a) en début de saison sèche, (b) pendant la saison sèche (Cossalte, 2005).



Figure 17 : Prélèvement direct de feuillage d'arbre par les animaux. (Emile et al., 2018)

6. Apports et valeur nutritive des arbres fourragers :

Dans le but d'évaluer la valeur alimentaire des feuilles de ligneux (arbres, arbustes, lianes) disponibles en exploitations d'élevage, Emile et al. (2018) ont récolté plus de 500 échantillons différents de feuilles ont été récoltés, provenant de 50 espèces (arbres, arbustes et lianes) différentes et dans diverses conditions (zones climatiques, sols, altitude, années), ils ont été analysés et les résultats sont représentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Composition et digestibilité de feuillages de ligneux (2014, 2015, 2016) Nombre de mesures, moyenne et valeurs extrêmes. (Emile et al., 2018).

	n	moyenne	maxi	mini
Matière sèche (%)	447	36,9	63,6	13,8
Matières azotées totales (%)	449	14,6	28,6	6,0
Fibres NDF (%)	448	37,7	59,7	17,4
Digestibilité (%)	450	67.0	92.6	39.5
Tanins condensés (%)	231	2,8	17,3	0,1
Phosphore (g/kg)	192	2.4	7.3	0.7
Calcium (g/kg)	192	18.1	46.6	2.9
Magnésium (g/kg)	192	3.1	9.1	1.0
Sodium (g/kg)	192	0.24	3.24	0
Potassium (g/kg)	192	17.5	57.6	4.8
Cuivre (mg/kg)	192	7.3	39.6	3.0
Fer (mg/kg)	192	106.6	493.0	30.4
Manganèse (mg/kg)	192	140.8	908	9.7
Zinc (mg/kg)	192	38.2	663	6.0

7. Les substances antinutritionnels des arbres fourragers :

Les plantes ligneuses renferment souvent des quantités importantes de tanins qui sont des substances anti-nutritionnelles impliquées dans les mécanismes de défense, ils protègent la plante contre les attaques de microorganismes pathogènes (champignons et bactéries) et des prédateurs herbivores (animaux ou insectes folivores), ils présentent, de ce fait, un avantage agronomique très important.

Leur présence peut aussi traduire une réponse à un stress (rareté des pluies, qualité du sol défavorable qui sont associées à une augmentation du niveau de tanins (Mebirouk-Boudechiche et al., 2014). Ils sont de deux catégories ; les tanins hydrolysables, qui sont un groupe principalement responsable des effets toxiques pouvant apparaître lors de la consommation de certaines plantes, et les tanins condensés, qui ne sont pas digérés et sont donc beaucoup moins toxiques.

C'est pourquoi Fall et al. (2000), après étude de certaines espèces ligneuses, estiment que le début de la saison sèche est une période favorable pour la récolte du fourrage de bonne qualité, car c'est le moment où il est le plus riche en nutriments comme les matières azotées totales et le phosphore, et où sa teneur en tanins condensés, est inférieure à 5% MS, une teneur qui n'est pas dangereuse pour les animaux, à ce taux, les phénols peuvent être tolérés et peuvent même favoriser l'absorption des acides aminés dans l'intestin grêle en les protégeant des effets du suc gastrique. En plus des tanins, les mimosines et divers alcaloïdes toxiques sont aussi des facteurs antinutritionnels qui affectent la digestibilité des ligneux.

Des essais de digestibilités menés au Sénégal par Fall et al. (1994) confirment la nécessité, pour optimiser l'utilisation digestive des ligneux et prévenir les effets néfastes des facteurs antinutritionnels, de limiter le taux de ligneux dans les rations des ruminants domestiques.

Ils estiment que des taux de 27,8% à 30% d'incorporation des ligneux testés sont optimum pour une digestibilité maximale de la ration. bien qu'une période d'adaptation est nécessaire pour les taux élevés d'incorporation. (Cisse, 2015).

8. La fluctuation de la feuillaison des arbres fourragers :

D'après Hiernaux et al. (1994) la biomasse foliaire produite par les arbres varie selon l'espèce, le site et la saison, l'expérience conduite repose sur échantillonnage de branchettes de même calibre de chaque espèce, chaque mois entre 1979 et 1992.

Les résultats consternant l'état de feuillaison des arbres sont illustrés dans le tableau 3 et ils ont permis de classer les arbres en cinq types phénologiques : Les caducifoliées à feuillaison brève, Les caducifoliées à feuillaison longue, Les caducifoliées à feuillaison variable, Les sempervirentes pré-pluviales, Les sempervirentes post-pluviales

Tableau 3 : Moyennes mensuelles des états de feuillaison, en pourcentage du maximum annuel par espèce (Hiernaux et al., 1994)

Epèces	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<i>Acacia albida</i> *	100,0	92,7	78,0	73,4	54,4	41,4	21,5	10,1	33,0	63,9	77,1	83,5
<i>Acacia erhenbergiana</i>	73,0	50,0	37,3	63,7	—	44,6	61,1	87,6	82,3	69,2	100,0	—
<i>Acacia laeta</i>	—	—	—	1,2	—	30,9	57,0	100,0	85,0	78,8	—	—
<i>Acacia nilotica</i> **	86,5	100,0	85,8	73,4	64,8	47,9	67,6	89,2	96,0	94,6	87,5	84,8
<i>Acacia raddiana</i>	2,0	6,1	17,2	63,3	36,8	43,3	70,6	100,0	90,0	85,1	42,4	39,5
<i>Acacia senegal</i> **	19,8	14,3	8,9	31,7	13,9	34,8	75,9	100,0	99,2	81,6	38,1	33,0
<i>Acacia seyal</i> **	7,7	5,3	6,3	8,5	3,9	16,3	51,7	100,0	94,5	62,2	17,8	6,6
<i>Anogeissus leiocarpus</i> *	32,5	24,9	13,5	—	—	7,1	—	39,9	73,7	90,9	100,0	46,3
<i>Balanites aegyptiaca</i> **	73,0	46,1	25,5	22,1	33,8	30,3	49,4	70,7	96,6	75,5	100,0	89,1
<i>Boscia senegalensis</i> **	81,6	74,5	93,6	72,7	100,0	96,0	81,2	82,3	78,6	94,6	60,1	69,7
<i>Cadaba farinosa</i> *	51,2	71,9	49,5	45,9	45,9	33,7	48,9	90,3	100,0	61,2	55,6	61,6
<i>Combretum aculeatum</i> **	16,1	10,3	4,6	0,0	7,2	16,8	59,9	100,0	98,7	72,0	46,7	36,7
<i>Combretum glutinosum</i>	21,1	20,6	25,4	24,5	49,3	49,7	71,8	96,6	98,4	83,2	100,0	87,3
<i>Combretum micranthum</i>	6,1	—	—	—	—	15,0	52,7	100,0	94,6	77,8	—	—
<i>Commiphora africana</i> **	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	16,0	58,6	100,0	73,0	20,0	0,0	0,0
<i>Euphorbia balsamifera</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	—	19,7	66,7	100,0	83,8	50,5	—	—
<i>Feretia apodanthera</i> *	41,0	21,1	12,7	1,4	0,7	12,0	23,4	71,1	100,0	78,7	48,9	41,6
<i>Grewia bicolor</i> **	22,9	9,7	0,0	0,0	1,3	17,0	31,4	83,5	100,0	70,6	45,8	31,0
<i>Guiera senegalensis</i> **	49,6	28,1	30,3	16,7	32,9	36,0	39,2	82,0	100,0	91,1	73,1	42,1
<i>Maerua crassifolia</i>	—	—	—	73,1	94,9	70,1	82,3	86,9	99,9	100,0	—	—
<i>Maytenus senegalensis</i>	27,1	18,6	11,9	31,4	18,8	41,5	51,1	96,3	78,4	89,5	88,1	100,0
<i>Piliostigma reticulatum</i> *	70,8	63,0	54,1	40,9	37,9	73,2	86,1	67,9	100,0	92,8	86,7	67,5
	10,7	2,9	2,3	0,0	1,7	10,4	43,2	100,0	70,5	75,7	36,5	25,3
<i>Pterocarpus lucens</i> **	—	—	—	—	100,0	69,7	32,6	55,0	59,6	70,3	—	—
<i>Salvadora persica</i>	35,7	18,5	9,2	0,0	17,6	22,6	49,9	83,3	100,0	79,9	68,1	55,6
<i>Sclerocarya birrea</i> *	56,6	39,9	18,7	15,9	5,6	17,1	43,0	77,3	100,0	89,6	75,7	70,3
<i>Ziziphus mauritiana</i> **												

8.1. Facteurs de variation de la valeur nutritive des feuilles des arbres fourragers :

La valeur nutritive du feuillage des arbres varie sous l'influence de certains facteurs comme :

8.1.1. Les particularités de l'espèce :

Les fluctuations de la composition chimique du feuillage des arbustes fourragers étudiés peuvent être dues en grande partie à des facteurs génotypiques. L'accumulation des nutriments par la plante est une propriété spécifique (Minson et Denis, 1990) qui varie suivant les espèces et les genres (Mebirouk-Boudechiche et al., 2004).

8.1.2. La saison :

L'effet de la saison est plus marqué sur les teneurs en MS, surtout entre la saison des pluies et la saison sèche froide (Kaboré-Zoungana, 1995). La saison a eu une influence sur la (MO) (Elseed et al., 2002).

L'effet saison est retrouvé pour les MAT (Borens et Poppi, 1990 ; Barnes et al., 1991 ; Fal1, 1993). Les teneurs en MAT ont été plus élevées en début de saison sèche qu'en fin de saison sèche (Elseed et al., 2002). En plus des teneurs en ADF, de faibles teneurs en NDF ont été enregistrées en début de saison sèche (Elseed et al., 2002)

8.1.3. L'emplacement :

L'influence d'environnement sur la biomasse des arbres fourragers semble la plus importante. La production est affectée par la nature, la texture du sol ainsi que la température et la topographie, ces derniers peuvent favoriser ou empêcher la production optimale. Les conditions climatiques déterminent des variations intra-population d'un site, d'une saison à une autre et d'une année à l'autre (Savado, 2006).

8.2. L'effet de l'émondage sur l'arbre :

En régime de faible intensité d'émondage, on remarque une prolongation de la feuillaison jusqu'au milieu de la saison des pluies, les refeuillaisons étant établies par des pics secondaires. Avec l'émondage d'intensité moyenne, la refeuillaison s'accroît. La feuillaison est optimale pour 15 à 20 % de l'effectif, durant toute la saison des Pluies 1994 et les arbres feuillés sont alors plus nombreux que ceux défeuillés. Enfin, avec l'émondage le plus intense, les refeuillaisons sont maximales mais très changeantes d'une saison à l'autre.

En 1994, la plage des défeuillaisons est courte, ne concernant seulement que 40 % de l'effectif. En 1993, elle est beaucoup plus étendue, touchant moins d'arbres. L'émondage a donc pour conséquence de prolonger et d'augmenter la feuillaison, quasiment continue en saison des pluies, et d'inverser le rythme phénologique de l'espèce (Depommier, 1998).

8.3. L'effet du bétail sur la régénération des arbres :

Le bétail a une influence négative sur la régénération et le développement de l'arbre. Si le potentiel de régénération de l'arbre est réduit à cause de l'élevage, moins d'arbres seront disponibles à l'avenir pour la production du fourrage (Moser-Nørgaard et Denich, 2011).

9. Utilisation des arbres fourragers pour l'alimentation du bétail :

Les feuilles ainsi que les fleurs, fruits et les jeunes rameaux de certains ligneux fourragers constituent l'essentiel de la ration des dromadaires et caprins mais ils ont une contribution inférieure dans la ration des bovins et des ovins (tableau4) (Guerin, 1987)

Tableau 4 : Arbres fourragers et pour quelle espèce sont utilisés

Nom scientifique	Nom commun en Français	L'espèces animale	Sources
<i>Acacia albida</i>	Arbre blanc	bovins	1
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa d'hiver	ovins	2
<i>Acacia horrida</i>	Gommier du cap	Bovins, ovins, caprins	1- 3
<i>Acacia nilotica</i>	Gommier rouge	Bovins, ovins, caprins, camelin	4-1
<i>Acacia senegal</i>	Gommier blanc	Bovins, ovins, caprins, camelin	5
<i>Anabasis articulata</i>	-	Ovin, caprin, camelin	6
<i>Artemisia herba alba</i>	Armoise blanche	ovins	7
<i>Atriplex halimus</i>	Epinard de mer	Ovins, caprins	8
<i>Balanites aegyptiacus</i>	Datte sauvage	Bovins, ovins, caprins, camelin	9-10
<i>Ceratonia siliqua</i>	caroubier		3-7
<i>Ficus carica</i>	figuier	Bovin, ovin, caprin	7
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Frêne oxyphylle	Lapins	7
<i>Fraxinus excelsior L</i>	Frêne commun	Bovins, ovins, caprins	7
<i>Lecanaena leucocephala</i>	Le faux mimosa	Bovins, ovins, caprins, volailles, lapins	10
<i>Morus alba L</i>	Murier blanc	Ovins, caprins	11
<i>Olea europea</i>	olivier	Bovin, ovin, caprin	7
<i>Quercus ilex</i>	chêne vert	Porcs, lapins	7
<i>Quercus leucotrichophora</i>	chêne de l'Himalaya	Bovins, buffles, ovins, caprins	12
<i>Ulmus campestris</i>	Orme champêtre		2

Source : 1 : Boufennara et al. (2013) ; 2 : Mebirouk-Boudechiche et al. (2015) ; 3 : Mebirouk-Boudechiche et al. (2014) ; 4 : Sarr et al. (2013) ; 5 : Ickowicz et al. (2005) ; 6 : Mayouf et al. (2014) ; 7 : Kadi et Zirimi Zembri ; (2015) ; 8 : Ben Salem et al. (1994) ; 9 : Kaboré-Zoungrana et al. (2008) ; 10 : Heuzé et al. (2015) ; 11 : Paterson et al. (1998) ; 12 : Heuzé et al. (2016).

9.1. Certaines espèces d'arbres fourragers et leurs compositions chimiques :

19 espèces d'arbres fourragers les plus utilisés sont rassemblées dans le tableau 5 avec la composition chimique de leurs feuillages.

Tableau 5 : Certaines espèces d'arbres fourrager et leurs compositions chimiques

Nom scientifique	MS en %	MO en % MS	MM en % MS	MAT en % MS	CB en % MS	NDF en % MS	ADF en % MS	ADL en % MS	source
<i>Acacia albida</i>	91,8	93,6		25,2		43	269	14	1
<i>Acacia dealbata</i>	39,81		4,23	13,91		41,78	25,16	16,51	2
<i>Acacia horrida</i>	42,79		28,83	5,59	21,15	44,01	34,59	20,89	1
<i>Acacia nilotica</i>	90	92		24,3		29	19,8	12,6	1
<i>Acacia senegal</i>	84,8			23,2	18,0	34,4	20,8	8,4	3
<i>Anabasis articulata</i>	90,60			17,13		43,43	26,91		4
<i>Artemisia herba alba</i>	37,7	91,7		20,5	35,3				1
<i>Atriplex halimus</i>	38,1			16,7		38,8	21,6	8,8	5
<i>Balanites aegyptiacus</i>	66,3			11,1					6
<i>Ceratonia siliqua</i>	40,65		29	8,44	13,46	65,45	58,82	38,9	7
<i>Ficus carica</i>	87,8		16,55	12,81					1
<i>Fraxinus angustifolia</i>	89,86	99,93	11,23	14,4		30,6	17,21	15,01	1
<i>Fraxinus excelsior L</i>	90,54	99,62	10,82	12,56					1
<i>Lecanaena leucocephala</i>	29,9			23,3		40,9	25,4	10,8	6
<i>Morus alba L</i>	30,2			19,1		30,9	22,3	5,4	5
<i>Olea europea</i>	49,92		12,57	13,21	21,88	41,97	35,55	22,02	1
<i>Quercus ilex</i>	46,5	97,7		12,5	24,7				1
<i>Quercus leucotrichophora</i>	51,4			10,8		64,4	49,3	16,1	8
<i>Ulmus campestris</i>	34,08		8,69	15,40		70,84	38 ,27	22,88	2

Source : 1 : Kadi et Zirmi Zembri (2015) ; 2 : Mebirouk-Boudechiche et al. (2015) ; 3 : Ickowicz et al. (2005) ;4 : Mayouf et al. (2014) ; 5 : Heuzé et al. (2019) ; 6 : Heuzé et al. (2015) ; 7 : Mebirouk-Boudechiche et al. (2014) ; 8 : Heuzé et al. (2016)

10. Aspects positifs et négatifs des arbres fourragers :

10.1. Aspects positifs :

Selon Goust (2017), les arbres fourragers représentent une ressource très intéressante pour l'élevage ils insensibles aux changements et produisent d'une façon continue un fourrage de qualité supérieure même pendant la sécheresse contrairement aux herbes et d'autres fourrages annuels qui eux seront secs et auront disparu depuis longtemps.

Leur capacité de croissance rapide leur permet de produire d'immenses quantités de biomasse, qui peuvent être utilisées pour l'alimentation du bétail, mais Ils sont également utilisés pour éviter l'érosion des sols.

En saison sèche, ils fournissent également de l'ombre aux animaux et les protègent contre les conditions climatiques d'extrême chaleur qui sont habituelles à cette période de l'année (Figure 18 et 19). Ils sont également utilisés comme source d'énergie pour le chauffage, et pour la construction et la clôture, et fonctionnent comme une clôture autour des champs. Les arbres puisant l'eau en profondeur ils sont moins sujets à la sécheresse, le rôle écologique des arbres aide à préserver la couverture végétale des sols et ils permettent également de limiter le surpâturage.

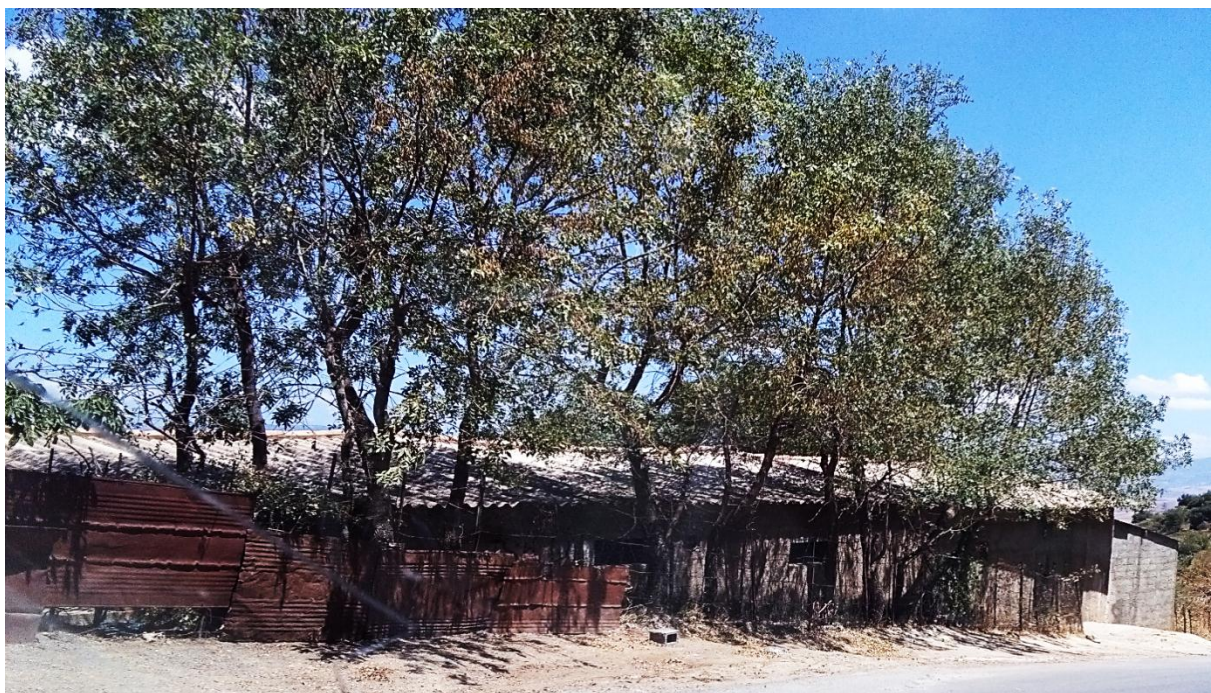


Figure 18 : Exemple d'ombrage par des arbres fourragers (ici *Fraxinus angustifolia*) d'une étable en Kabylie (Kadi, 2020)



Figure 19 : Moutons sous l'ombrage de *Pistacia atlantica* dans steppe en Algérie (Anonyme, 2020)

D'après Sagot (2019) l'arbre présente plusieurs avantages :

- l'arbre protège les animaux de la pluie, du vent et du soleil. Il leur assure de la fraîcheur lors des fortes chaleurs.
- Les arbres produisent un fourrage d'appoint, des fruits, du bois de feu ou du bois d'œuvre.
- Les arbres assurent le bien-être animal.
- L'arbre participe à une meilleure autonomie de l'exploitation.

- L'arbre Procure un gain de productivité.
- L'arbre crée des paysages diversifiés.
- Les arbres contribuent à la fertilité à long terme des sols.
- Ils créent de la biodiversité.
- Ils délimitent des parcelles.

10.2. Aspects négatifs :

L'arbre est souvent vécu comme un obstacle à la mécanisation du fait de l'empêchement de passage des outils, élagage des branches basses, contour des arbres isolés, débroussaillage manuel sous les clôtures électriques...

D'autre part, un déficit de surface et de rendement des espèces cultivées liée aux surfaces déjà occupées par les arbres est également perçue comme une contrainte même si la perte de rendement est souvent compensée en milieu de parcelle. Et parce qu'ils attirent et constituent des refuges pour la faune sauvage, les haies et sous-bois sont assimilés à une potentielle prédation des animaux pour les éleveurs. (Sagot, 2019)

10.2.1. Les contraintes de l'arbre citées par les éleveurs :

D'après Sagot (2019), les éleveurs se plaignent de contraintes liées à l'utilisation des arbres :

- L'arbre est une charge de travail supplémentaire.
- L'arbre est un Obstacle à la mécanisation.
- L'arbre cause une Perte de surface agricole.
- Perte de rendement Coût d'entretien.

L'arbre est un investissement à long terme.

Conclusion générale

Conclusion générale

D'après les recherches effectuées, nous avons pu constater qu'en alimentation animale, avant l'herbe et le foin, c'est les feuilles et rameaux feuillus qui ont longtemps été utilisés, ils représentaient une ressource fourragère de premier plan pour les éleveurs.

Les éleveurs se basent sur leur savoir ancestral et leur expérience afin de choisir les espèces à utiliser et estimer lesquelles sont de bonne valeur nutritive, ainsi que leur utilisation.

Les ligneux (arbres, arbustes et lianes) ont un intérêt fourrager de plus en plus reconnu. Ils constituent une ressource importante pour l'alimentation du bétail en particulier les caprins, bovins et ovins.

Les arbres fourragers permettent aux éleveurs de faire face à des pénuries de production en cas de conditions climatiques extrêmes comme la sécheresse, ils nécessitent peu de terres, de travail ou de capital. Ils fournissent souvent de l'aliment pour le bétail dans l'année qui suit la plantation.

Les arbres fourrages produisent une biomasse considérable qui peut être utilisée comme fourrage d'appoint pour le bétail en période de soudure ou le fourrage herbacé vient à manquer.

Les feuilles de beaucoup d'arbres fourragers, très appréciées par le bétail, ont une bonne valeur nutritive, des niveaux élevés de matière azotée et des minéraux et vitamines ainsi qu'un niveau élevé de digestibilité.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Agreil C., Meuret M., Vincent M., 2004. GRENOUILLE : une méthode pour gérer les ressources alimentaires pour des ovins sur milieux embroussaillés. Fourrages, (180), 467-481.
- Archimède H, Bastianelli D, Boval M, Tran G et Sauvant D., 2011. Ressources tropicales : disponibilité et valeur alimentaire. In : Numéro spécial, Elevage en régions chaudes. Coulon J.B., Lecomte P., Boval M., Perez J.M. (Eds). INRA Prod. Anim., 24, 23-40.
- Armstrong C. S., (1974). Grasslands Maku'tetraploid lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.). New Zealand journal of experimental agriculture, 2(4), 333-336.
- AUSTAD I., 1988. Tree Pollarding in Western Norway, in BIRKS H. H., BIRKS H. J. B., KALAND P. E., MOE D. (eds), The Cultural Landscape – Past, Present and Future. Cambridge University Press, Cambridge :11-29.
- Barnes J.G., Blankenship L.H., Varner L.W., Gallagher J.F, 1991. Digestibilité of guafillo for whitetaileoldier. J. Range Manage, 44(6), 606-610.
- Baumer M., 1992. Trees as browse and to support animal production. In : Legume trees and other fodder trees as protein source for livestock, 102, 1-10. Proceedings of the FAO Expert consultation, Kuala Lumpur, Malaysia, 14–18 October 1991. Speedy A and Pugliese PL Edition.
- Baumont R., Dulphy J. P., Sauvant D., Meschy F., Aufrere J., & Peyraud J. L., 2007. Valeur alimentaire des fourrages et des matières premières : tables et prévision.
- Ben Salem H., Nefzaoui A., Abdouli H.,1994. Palatability of shrubs and fodder trees measured on sheep and dromedaries: 1. Methodological approach. Animal Feed Science and Technology, 46(1-2), 143-153.
- Borens F.M.P., Poppi D.P., 1990. The nutritive value for ruminants of *Togasoste* (*Chamaecystis palmensis*), a leguminous tree. Anim. Feed Sci Technol, 28, 275-295.
- Boufennara S., Bouazza L., Bodas R., Bousseboua H., Lopez S., 2013. Nutritive evaluation of foliage from some *Acacia*, trees characteristic of Algerian arid and semi-arid area. Feeding and management strategies to improve livestock productivity, welfare and product quality under climate change. Zaragoza : CIHEAM/INRAT/OEP/IRESA/FAO, 2(01), 3.
- Cauty I., Perreau J. M.,2009. La conduite du troupeau bovin laitier. France Agricole Editions,115p.

Références bibliographiques

- Cisse S. M., 2015. Étude de l'appétence des fourrages ligneux et de leur influence sur l'évolution pondérale des ovins au Mali. Mémoire. Université LAVAL, 18p.
- Cotte A., 1971 L'alimentation du bétail : solutions nouvelles. L'élevage en Méditerranée. Paris : CIHEAM, 1971. p. 35-41 (Options Méditerranéennes ; n. 7).
- Demarquilly C., Andrieu J., 1992. Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert. INRA Prod.Anim.5(3) ,213-221.
- Depommier D., Guerin H., 1996. Emondage traditionnel de *Faidherbia albida*. Production fourragère, valeur nutritive et récolte de bois à Dossi et Watinoma (Burkina Faso). In : Lesparcs à *Faidherbia*, cah. SC. du CIRAD-Forêt, 12. CIRAD-ORSTOM-CORAF. Paris. 55-84.
- Duchenne Q., Demeuse F., 2006. L'analyse des fourrages de ferme. Centre provincial de l'agriculture et de la ruralité
- Durand-Tullou A., 1972. Rôle des végétaux dans la vie de l'homme au temps de la civilisation traditionnelle. (Etude ethnobotanique sur le Causse de Blandas, Gard). Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 19(6), 222-248.
- Dzowela B. H., Hove L., Maasdorp B. V., & Mafongoya, P. L., 1997. Recent work on the establishment, production and utilization of multipurpose trees as a feed resource in Zimbabwe. Animal Feed Science and Technology, 69(1-3), 1-15.
- Emile J.C., Barre P., Delagarde R., Niderkorn V., Novak S., 2018. Valeur alimentaire des feuilles de ligneux pour les ruminants ? Fourrages 230, 155-160. https://parasol.projet-agroforesterie.net/docs/ACTION3/Emile_Novak_Mahieu_2018_Valeur_alimentaire_des_feuilles_de_ligneux_pour_les_ruminants_seminaire_ARBELE_juin_2018.pdf
- Etienne M., 1996. Western European silvopastoral systems. Institut national de la recherche agronomique.
- Fadel Elseed A. M. A., Amin A. E., Ati A. A., Sekine J., Hishinuma M., Hamana K., 2002. Nutritive evaluation of some fodder tree species during the dry season in Central Sudan. Asian-australasian journal of animal sciences, 15(6), 844-850.
- Fall S. T., 1993. Valeur nutritive des fourrages ligneux, leur rôle dans la complémentation des fourrages pauvres des milieux tropicaux. Thèse doct. En Zootec. E.N.S.A.A. Montpellier, 193p.

Références bibliographiques

Fall S. T., N'Diaye S. A., Traoré E., 2000. Exploitation des arbres à usages multiples dans les systèmes d'élevage des zones soudanienne et sahélienne. Production and utilization of multi-purpose fodder shrubs and trees in West Asia, North Africa and the Sahel, 60p.

Fall S. T., Traoré E. H., Cissé M., Korea A., Sèye B. M., Fall A., Diop A. K., 1994. Système d'alimentation pour la production intensive de viande au Sénégal. In Essai de pré vulgarisation de rations d'embouche. Convention ISRA-CRDI. /3 P, Vol. 90, 0200.

FAO. 2009. situation mondiale de de l'alimentation et de l'agriculture. <http://www.fao.org/3/i0680f/i0680f.pdf>

France/CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort/Rennes, mémoire ISPA, 100p.

Gaines E. M., Campbell R. S., Brasington, J. J., 1954. Forage production on longleaf pine lands of southern Alabama. Ecology Review, 35(1), 59-62.

GANDON B., 2003. L'émondage du *Pterocarpus erriaceus* (vêne) : etude des pratiques et de leurs impacts sur l'arbre, sur 4 terroirs agro-sylvo-pastoraux du Sénégal Oriental. Mémoire. Université Paris XII-Val-de-Marne.

Guerin G., Macron M.C., 2005. Sylvopastoralisme. Les clés de la réussite. Institut de l'élevage, techniques pastorales. Paris. France, 77p.

GUERIN H., 1987. Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et sahélo-soudanais : étude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal. Thèse INSAM. Maisons-Alfort. CIRADEMVT, 211 p. 17.

Haas J. N., Karg S., Rasmussen P., 1998. Beech leaves and twigs used as winter fodder : examples from historic and prehistoric times. *Environmental archaeology*, 1(1), 81-86.

Halstead, P., 1998. Ask the fellows who lop the Hay : leaf-fodder in the mountains of northwest Greece. *Rural History*, 9(2), 211-234.

Heuzé V., Thiollot H., Tran G., Hassoun P., Bastianelli D., Lebas F., 2016. Gum arabic tree (*Acacia senegal*). Feedipedia, programme par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. dernières mises à jour Décembre 20, 2016, 15 :14. <https://www.feedipedia.org/node/342>

Heuzé V., Tran G., 2015. Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernières mises à jour Mai 11, 2015, 14:33. <https://www.feedipedia.org/node/466>

Références bibliographiques

Heuzé V., Tran G., 2015. Desert date (*Balanites aegyptiacus*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernieres mises à jour mai 11, 2015, 14 :32

Heuzé V., Tran G., 2015. Le faux mimosa (*Leucaena leucocephala*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernieres mises à jour septembre 9, 2015, 10 :46

Heuzé V., Tran G., Bastianelli D., Lebas F., 2019. Murier blanc (*Morus alba*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. dernieres mises à jour 13, 2019, 17 :47. <https://www.feedipedia.org/node/123>

Heuzé V., Tran G., Boudon A., Bastianelli D., Lebas F., 2016. Berseem (*Trifolium alexandrinum*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernieres mises à jour mars 29, 2016,16:15. <https://www.feedipedia.org/node/248>

Heuzé V., Tran G., Eugène M., Bastianelli D., Lebas F., 2016. Gommier rouge (*Acacia nilotica*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernieres mises à jour Mars 23, 2016, 15 :09 <https://www.feedipedia.org/node/346>

Heuzé V., Tran G., Giger-Reverdin S., Lebas F., 2015. Red clover (*Trifolium pratense*). Feedipedia, programmé by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernieres mises à jour Octobre 26, 2015, 14:38. <https://www.feedipedia.org/node/246>

Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Lebas F., 2019. Epinard de mer (*Atriplex halimus*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. dernieres mises à jour juillet 8, 2019, 10 :44. <https://www.feedipedia.org/node/24708>

Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Lebas F., 2019. Trèfle blanc (*Trifolium repens*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernieres mises à jour Avril 10, 2019, 14:04. <https://www.feedipedia.org/node/245>

Hiernaux P. H., Cissé M. I., Diarra L., De Leeuw P. N., 1994. Fluctuations saisonnières de la feuillaison des arbres et des buissons sahéliens. Conséquences pour la quantification des ressources fourragères. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 47(1), 117-125.

<http://www.chevredespyrenees.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/06/Arbres-fourragers.pdf>

http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/12_03_06_FT_Stade_de_fauche.pdf

Références bibliographiques

http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/15_10_22_Gestion_des_prairies_Cours_A.pdf

<http://www1.montpellier.inra.fr/RMT-Agroforesteries/CroisonsLesRegards3/Climagrof.pdf>

<https://www.feedipedia.org/node/181>

<https://www.feedipedia.org/node/282>

Ickowicz A., Friot D., Guérin H., 2005. Acacia senegal, arbre fourrager sahélien ? Bois et forêts des tropiques, 59(284), 59-69.

Ivory D. A., 1990. Major characteristics, agronomic features, and nutritional value of shrubs and tree fodders. In Shrubs and tree fodders for farm animals : proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, Juillet 1989. IDRC, Ottawa, ON, CA, 24-29.

Kaboré-Zoungrana C. Y., 1995. Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et ligneux des pâturages naturels soudaniens et des sous-produits du Burkina Faso. Thèse d'état. FAST/Université de Ouagadougou, 244p.

Kaboré-Zoungrana C., Diarra B., Adandedjan C., Savadogo S., 2008. Valeur nutritive de *Balanites aegyptiaca* pour l'alimentation des ruminants. Livestock Research for Rural Development, 20(4).

Kadi S. A., Zirmi-Zembri N. 2016, Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 2- Les arbres et arbustes fourragers. Livestock Research for Rural Development, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.

Klein H. D., Rippstein G., Huguenin J., Toutain B., Guerin H., Louppe D., 2014. Les cultures fourragères. Éditions Quae.

Leithead H. L., 1970. A guide to forage resources of grazable woodlands in the southern coastal plains. IN : Tree growth and forest soils. Proc 3rd north american forest soil conference. North carolina state university. Raleigh, 1968. 449-459.

Leng R. A., 1997, Tree foliage in ruminant nutrition. FAO.
<http://www.fao.org/docrep/003/w7448e/w7448e00.htm>

Références bibliographiques

- Mahato S. N., Subba D. B., 1988. Nutritional evaluation of fodder at Pakhribas Agricultural Centre, Dhankuta. In Proceedings of the second meeting of the working group on fodder trees, forest fodder and leaf litter. FRIC occasional paper, 2/88, 20-22.
- Mayouf R., & Arbouche F., 2014. Chemical composition and relative feed value of three Mediterranean fodder shrubs. African journal of agricultural research, 9(8), 746-749.
- Mebirouk-Boudechiche L., Cherif M., Abidi, S., Bouzouraa I., 2015, Composition chimique et facteurs antinutritionnels de quelques feuilles de ligneux fourragers des zones humides du nord-est de l'Algérie. Ourrages, 224, 321-328.
- Mebirouk-Boudechiche L., Cherif M., Boudechiche L., & Sammar, F., 2014. Teneurs en composés primaires et secondaires des feuilles d'arbustes fourragers de la région humide d'Algérie. Revue Méd. Vét, 165(11-12), 344-352.
- Mebirouk-Boudechiche L., Cherif M., Boudechiche L., Sammar F., 2014. Teneurs en composés primaires et secondaires des feuilles d'arbustes fourragers de la région humide d'Algérie. Revue Méd. Vét, 165(11-12), 344-352.
- Mekoya A., Oosting S. J., Fernandez-Rivera S., Van der Zijpp A. J., 2008. Multipurpose fodder trees in the Ethiopian Highlands : Farmers' preference and relationship of indigenous knowledge of feed value with laboratory indicators. Agricultural Systems, 96(1-3), 184-194.
- Michaud R., Allard G., 2005. Les plantes fourragères pérennes In : les plantes fourragères. CRAAQ. 2, 6-21.
- Minson DENNIS J., 1990 Forage in ruminant nutrition. Academic press, INC, NY.
- Moser-Nørgaard P. M., Denich M., 2011. Influence of livestock on the regeneration of fodder trees along ephemeral rivers of Namibia. Journal of Arid Environments, 75(4), 371-376.
- Panthi M. P., 2013. Indigenous Knowledge on Use of Local Fodder Trees in Mid Hills of West Nepal. Tribhuvan University Journal, 28(1-2), 171-180.
- Paterson R. T., Karanja G. M., Nyaata O. Z., Kariuki I. W., Roothaert R. L., 1998. A review of tree fodder production and utilization within smallholder agroforestry systems in Kenya. Agroforestry systems, 41(2), 181-199.
- Petit S., Mallet B., 2001. L'émondage d'arbres fourragers : détail d'une pratique pastorale. Boid et forets des tropiques, N°270(4), 35- 45.

Références bibliographiques

- Phocas F., Agabriel J., Dupont-Nivet M., Geurden I., Medale F., Grasteau S., Dourmad, J. Y., 2014. Le phénotypage de l'efficacité alimentaire et de ses composantes, une nécessité pour accroître l'efficacité des productions animales. *INRA Productions Animales*, 27(3), 235-248.
- Raghavan G. V., 1990. Availability and use of shrubs and tree fodders in India. In *Shrubs and tree fodders for farm animals : proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia juillet 1989*. IDRC, Ottawa, ON, CA , 24-29.
- Rapey H., de MONTARD F. X., & Guitton J. L., 1994. Ouverture de plantations résineuses au pâturage : implantation et production d'herbe dans le sous-bois après éclaircie. *Revue Forestière Française*.
- Sarr O., Diatta S., Gueye M., Ndiaye P. M., Guisse A., Akpo L. E., 2013. Importance des ligneux fourragers dans un système agropastoral au Sénégal (Afrique de l'ouest). *Revue Méd. Vét.*, 164, 1, 2-8.
- Savadogo S., 2006. influence du mode de séchage et de stockage sur la valeur nutritive de quelques ligneux fourragers. Mémoire. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, 7-8p.
- Thiebault S., 2005. L'apport du fourrage d'arbre dans l'élevage depuis le néolithique. *Anthropozoologica*, 40(1) : 95-108.
- Toukara B., 1991. Caractérisation des disponibilités fourragères ligneuses sur des parcours naturels sahéliens exploités par des bovins, ovins ou caprins. Mali, IER/Sénégal, ISRA/IER, Mali/ ISRA.
- Tran G., Lebas F., 2015. Timothy grass (*Phleum pratense*). *Feedipedia*, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO.
- Walker D. H., Thorne P. J., Sinclair F. L., Thapa B., Wood C. D., Subba D. B., 1999. A systems approach to comparing indigenous and scientific knowledge : consistency and discriminatory power of indigenous and laboratory assessment of the nutritive value of tree fodder. *Agricultural systems*, 62(2), 87-103.
- Watson V. H., Hagedorn C., Knight W. E., Pearson H. A., 1984. Shade tolerance of grass and legume germplasm for use in the southern forest range. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 37(3), 229-232.

Références bibliographiques

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

Table des matières

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Table des matières

Introduction générale

Chapitre I : généralités sur les fourrages

Introduction	1
1. Définition	1
2. Familles des fourrages	1
2.1. Les graminées fourragères	1
2.1.1. Description	2
2.1.2. Les stades de développement des graminées	3
2.2. Les légumineuses fourragères	4
2.2.1. Description	4
2.2. Les stades de développement des légumineuses	5
3. Le classement des meilleures espèces fourragères	6
3.1 Les graminées recommandées	7
3.1.1. La fléole des prés	7
3.1.2. Le brome inerme	8
3.1.3. Le dactyle pelotonné (ou aggloméré)	9
3.1.4. La fétuque élevée	10
3.2. Les légumineuses recommandées	11
3.2.1. La Luzerne (<i>Medicago sativa</i>)	11
3.2.2. Le Trèfle Violet (<i>Trifolium patrense</i>)	12

Table des matières

3.2.3 Le trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i> L.)	13
3.2.4. Trèfle d'Alexandrie (<i>Trifolium alexandrinum</i> L.)	14
4. Apports des fourrages dans l'alimentation animale	15
5. Problématiques des fourrages	16
5.1. Occupation des terres	16
5.2. Consommation d'eau	16
5. 3. Consommation d'énergie	16
6. Alternatives	17

Chapitre II : Les arbres fourragers

1. Historique	18
2. Débuts des recherches dans le domaine	18
3. Définition	19
4. Connaissances ancestrale des éleveurs sur les arbres fourragers	19
4.1. L'intérêt fourrager des arbres	19
4.2. Les critères de choix des espèces à utiliser par les éleveurs	19
4.3. Mode de récolte	21
4.4. Mode d'utilisation	22
4.5. Mode de conservation	23
5. La place de l'arbre dans le calendrier fourrager	24
6. Apports et valeur nutritive des arbres fourragers	25
7. Les substances antinutritionnels des arbres fourragers	26
8. La fluctuation de la feuillaison des arbres fourragers	27
8.1. Facteurs de variation de la valeur nutritive des feuilles des arbres fourragers ..	27
8.1.1. Les particularités de l'espèce	27

Table des matières

8.1.2. La saison	28
8.1.3. L'emplacement	28
8.2. L'effet de l'émondage sur l'arbre	28
8.3. L'effet du bétail sur la régénération des arbres	28
9. Utilisation des arbres fourragers pour l'alimentation du bétail	29
9.1. Certaines espèces d'arbres fourragers et leurs compositions chimiques	30
10. Aspects positifs et négatifs des arbres fourragers	31
10.1. Aspects positifs	31
10.2. Aspects négatifs	33
10.2.1. Les contraintes de l'arbre citées par les éleveurs	33
Conclusion générale	34
Références bibliographiques	