



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة خميس مليانة
Université de Khemis-miliana
كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الارض
Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre



Mémoire de fin d'Etude

En Vue de l'obtention du diplôme Master en
Sciences Agronomiques
Spécialité : Production animale

Thème

*Contribution à une synthèse bibliographique sur
l'association fourragère «Vesce _ Avoine »*

Soutenu le

15/06/2022

Par :

Mlle BERGHIOUA Fedoua

M. BOUKADOUM Hichem

Devant le Jury

- | | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------|-------------------|
| - M. KOUACHE Ben Moussa | MCB | UDBKM | Président de jury |
| - M. HAMIDI Djamel | MAA | UDBKM | Promoteur |
| - M. FANTAZI Khaled | Maitre de recherche | INRA Alger | Examinateur |
| - M ^{me} AIZA Asma | MAA | UDBKM | Examinatrice |

Promotion: 2021-2022

REMERCIEMENT

Nous remercions avant tout le Grand Dieu Allah, le plus puissant, le miséricordieux, qui nous a donnés la force, la patience et le courage pour accomplir ce modeste travail et qui a été un gage de réussite.

Nous exprimons nos plus profonds remerciements à notre encadreur Monsieur **HAMIDI Djamel** pour l'efficacité et le sérieux de son encadrement pour l'aide précieuse qu'il nous apportait et les conseils infiniment utiles qu'il nous prodiguait pour la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury : Mr **KOUACHE Ben moussa**, Mr **FANTAZI** et Mme **AIZA** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qui nous feront le plaisir d'apprécier.

Enfin, nous remercions tous qui nous ont aidés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail de recherche.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

À la bougie de ma vie, à l'être le plus pure, le plus honnête, l'ange gardien de ma vie, j'espère que je suis la bonne fille que t'as rêvée d'avoir. Maman (**Houria**), aucun mot ne peut exprimer ce que tu représentes pour moi.

À mon cher père (**Mustapha**), merci pour ta patience, merci pour tous ce que tu me donnes, j'espère que je serais une source de fierté pour toi.

À mon encadrant Mr **HAMIDI Djamel**, pour sa présence et ses conseils, et merci pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.

Je le dédie aussi à :

À mes chers frères (**Chakib** et **Mustapha**) , Ames chères sœurs (**Nassima** et **Sanaa**)
Et à toute la famille **BERGHIOUA**.

Une personne qui a partagé ce travail avec moi dans les bons et les mauvais moments :
à mon binôme **Hichem**.

Mes chères amies en particulier : **Lina, Ines**.

Et à tous mes copains (es) de la spécialité Agronomie promotion 7 sans exception.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

FEDOUA

DEDICACES

Tout d'abord je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force, la patience et la volonté et qui m'a guidé dans toute ma carrière pour être là aujourd'hui et profiter de mes premiers succès.

Je dédie ce travail, qui est le couronnement de plus de 19 ans d'années d'étude avec ses pires et bons moments et qui ne s'est achevé sans votre amour et encouragement :

À mes très chers parents "**Mhammed et Nacera**" qui m'ont donné une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, je n'oublierai jamais leur sacrifice pour moi.

À la plus chère personne de ma vie "**Maman**" qui a souffert sans me laisser souffrir et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux et fière qui était toujours à mes côtés pour me supporter, m'aider et me donner l'espoir durant ma vie, aujourd'hui je voudrais profiter de cette occasion pour la rendre heureuse.

À mon encadreur **Mr. HAMIDI Djamel**, pour sa présence et ses conseils, et merci pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.

À mes frères "**Walid, Rayane et Abdou**" et mes sœurs "**Imen et Bessma**" et mon oncle "**Mohammed**" et ma tante "**Fadhila**".

Ainsi qu'à toute ma famille **BOUKADOUM** et **ABBADENI**, (oncles, tantes, grands-parents).

À tous mes amis proches avec qui j'ai partagé les meilleurs et les pires moments du programme.

Sans oublier mon binôme "**Fadoua**" pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet et pour tous les étudiants de ma promotion.

À mes connaissances avec lesquelles j'ai partagées les meilleurs moments de ma vie.

HICHEM

الملخص

تتميز الزراعة الجزائرية بعدة فروع منها المحاصيل العلفية التي تحتل للأسف مكانة هامشية في النشاط الفلاحي. تتميز الجزائر بتراث زراعي عظيم يضمن تنمية اقتصادية كبيرة، مع إمكانات حيوانية هائلة. العلف هو نبات يستخدم لتغذية حيوانات المزرعة العاشبة، ويمثلها بشكل رئيسي عائلتان كبيرتان يتم استخدام العديد من جمعيات العلف (أعشاب -بقوليات) من أجل تحسين النمو الصيفي بشكل ملحوظ مع الاستفادة من النمو الربيعي المكافئ لنمو العشب النقي، وذلك للحفاظ على الأسمدة النيتروجينية. يحسن وجود البيقية في الخليط من إجمالي إنتاج المادة الجافة وكذلك محتوى النيتروجين في الشوفان والشعير أو إنتاج الحشائش المصاحبة. الحفاظ على العلف هو عملية لها عدة طرق للقيام بذلك، فهي تضمن للمربي تقديم الطعام لتربيته طوال العام مع الحفاظ على نفس القيم الغذائية. جودة الغذاء هي مجموعة خصائص وخصائص المنتج التي تمنحه القدرة على تلبية الاحتياجات اليومية للماشية، وتتكون من محتواه من الطاقة والبروتينات والمعادن وحجمه في الجهاز الهضمي، لذلك نجدها بالشكل من الأطعمة المركبة أو البسيطة، ولكن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على جودة الأطعمة ولهذا السبب من الضروري تنفيذ استراتيجية رقابة صارمة

الكلمات المفتاحية: محصول العلف، الماشية، تركيبة خلطيه علفية، بقوليات، الحبوب.

RESUME

L'agriculture algérienne est caractérisée par plusieurs branches notamment les cultures fourragères qui occupent malheureusement une place marginale dans l'activité agricole.

L'Algérie est caractérisée par un grand patrimoine agricole assurant une évolution économique importante, avec un énorme potentiel cheptel.

Le fourrage est une plante utilisée pour l'alimentation des animaux d'élevage herbivores, représenté principalement par deux grandes familles, en l'occurrence le Poaceae et les Fabaceae.

Plusieurs associations fourragères sont utilisées (graminées-légumineuses) dans le but d'améliorer sensiblement la pousse estivale tout en bénéficiant d'une pousse printanière équivalente à celle d'une graminée en pur, d'économiser des engrais azotés. La présence de vesce dans l'association améliore la production totale de matière sèche ainsi que la teneur en azote de l'avoine, de l'orge ou de triticales et la production de la graminée associée.

La conservation des fourrages est un processus qui assure à l'éleveur d'affourager son élevage tout au long de l'année et en préservant une bonne qualité de l'aliment.

La qualité d'aliments est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit qui lui confère l'aptitude à satisfaire les besoins quotidiens du cheptel, sous forme d'aliments composés ou simples. Toutefois, il y a plusieurs facteurs méritant d'établir des stratégies rigoureuses de contrôle.

Mots clés : cultures fourragères, cheptel, Poaceae, Fabaceae, associations fourragères.

ABSTRACT

Algerian agriculture is characterized by several branches including fodder crops which unfortunately occupy a marginal place in agricultural activity.

Algeria is characterized by a great agricultural heritage ensuring significant economic development, with an enormous livestock potential.

Fodder is a plant used to feed herbivorous farm animals, represented mainly by two large families, namely the Poaceae and the Fabaceae.

Several forage associations are used (grasses-legumes) in order to significantly improve summer growth while benefiting from spring growth equivalent to that of a pure grass, to save nitrogen fertilizers. The presence of vetch in the mixture improves the total dry matter production as well as the nitrogen content of oats, barley or triticale and the production of the associated grass.

The conservation of fodder is a process that ensures the breeder to fodder his livestock throughout the year and while preserving a good quality of the food.

Feed quality is the set of properties and characteristics of a product which gives it the ability to meet the daily needs of livestock, in the form of compound or simple feed.

However, there are several factors meriting the establishment of rigorous control strategies.

Keyword : forage crop, live stock, Poaceae, Fabaceae, fodder association.

GLOSSAIRE

- Agriculture** : Culture du sol ; ensemble des travaux transformant le milieu naturel pour la production des végétaux et des animaux utiles à l'homme.....19
- Cheptel** : Ensemble des bestiaux (d'une exploitation, d'une région).....04
- Elevage** : Est l'ensemble des activités qui assurent l'entretien et la multiplication des animaux souvent domestiques, parfois sauvages, pour l'usage des humains.....07
- Ensilage** : Méthode de conservation des produits agricoles en silo.....24
- Fabaceae** : Ou Leguminosae, c'est la famille des plantes dicotylédones.....03
- Fertilisation** : Action de rendre un sol fertile et plus productif. Le processus de fertilisation consiste à apporter à la terre, les minéraux dont la plante a besoin pour se développer : les amendements ou les engrais.....37
- Flaveur** : Sensation provoquée conjointement par le goût et l'odeur d'un aliment.....39
- Fourrage** : Un fourrage est dans le domaine de l'agriculture, une plante ou un mélange de plantes utilisé pour l'alimentation des animaux d'élevage.....10
- Jachères** : Etat d'une terre labourable qu'on laisse reposer temporairement en ne lui faisant pas porter de récolte afin qu'elle produise ensuite abondamment.....02
- Lignine** : Groupe de substances végétales complexes, hautement polymérisées, imprégnant les parois celluloses des cellules des tissus lignifiés. La lignine se trouve principalement localisée dans les structures intercellulaires et fournit la cohésion aux matériaux ligneux. Lorsque l'on utilise ce terme en élevage ou en zootechnie on signifie généralement fourrages grossiers.....33
- Matière grasse** : Est un composant naturellement présent dans de nombreux aliments et elle constitue une part essentielle de notre alimentation. Les huiles et graisses sont également appelées corps gras ou matière grasse.....32
- Matière organique** : Fabriquée par les êtres vivants. La matière organique compose leurs tissus. Elle compose la biomasse vivante et morte au sein d'un cycle décomposition/biosynthèse où une part de cette matière est fossilisée, minéralisée ou recyclée dans les écosystèmes et agro écosystèmes.....33
- Moisissure** : Corruption d'une substance par de petits champignons ; ces champignons, qui forment une mousse veloutée.....26
- Organoleptiques** : Qui affecte les organes des sens.....38
- Plantes fourragères** : Sont cultivées essentiellement pour l'alimentation animale. Par extension, les prairies et les pâturages sont inclus dans cette catégorie, qu'ils soient ou non

Cultivés. Les cultures fourragères peuvent être classées comme temporaires ou permanentes.....	34
Poaceae : Ou graminées, famille de plantes monocotylédones.....	10
Ration : Quantité (d'aliments) qui revient à une personne, à un animal pendant une journée.....	34
Rhizobiums : Bactéries aérobies du sol, qui peuvent créer des symbioses avec les fabacées (ou légumineuses) afin de leur apporter de l'azote.....	17
Ruminants : Mammifère ongulé dont l'estomac complexe permet la rumination (sous-ordre des Ruminants ; ex. les bovidés, les cervidés.....	24
Steppique : Qualifie un environnement qui peut être aride et dont la végétation est spécifique: buissons, petits arbres et pâturages. Exemple : De nombreuses parties du territoire de Sibérie sont considérées comme steppiques.....	02
Taux butyreux : Du lait correspond à sa teneur en matière grasse. On l'exprime généralement en g/kg. Il varie en fonction de l'espèce, la race, l'alimentation ou encore le stade de lactation.....	38
Unité fourragère (UF) : Unité utilisée par l'INRA pour déterminer la valeur énergétique d'un fourrage. Cette unité fait référence à la valeur énergétique d'1 kg d'orge récolté au stade grain mûr. L'unité fourragère est utilisée pour calculer la ration d'un herbivore.....	32

LISTE DES ABREVIATIONS

- DSA** : Direction Des Services Agricoles.
- FAO**: Food and Agriculture Organization.
- ONIL** : Office National Interprofessionnel du Lait.
- VL** : Vache Laitière.
- SAT** : La superficie agricole totale.
- UF** : Unités Fourragères.
- MS** : Matière Sèche.
- MAT** : Matières Azotées Totales.
- PDI** : Protéines Digestibles dans l'Intestin.
- CB** : Cellulose brute.
- NDF** : Neutre détergent fibre.
- ADF** : Acide détergent fibre.
- MG** : Matières grasses.
- MM ou cendres** : Matières minérales.
- DT** : Digestibilité de l'amidon.
- UE (UEL, UEB, UEM)** : Unité d'encombrement (lait, bovin, mouton).
- UF (UFL, UFV)** : Unité fourragère (lait, viande).
- DMO** : Digestibilité de la matière organique.
- PDIE** : PDI limitées par l'énergie de la ration.
- PDIN** : PDI limitées par l'azote de la ration.
- INRA** : Institut national de la recherche agronomique.
- AFNOR** : Associations française de la normalisation.
- ISO** : Organisation internationale de la normalisation.

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Les principaux producteurs Céréales dans le monde en Mt	01
Figure 02 : Production Mondiale Céréales, par culture.....	01
Figure 03 : Production de légumineuses à graines par culture (2016)	03
Figure 04 : Évolution des légumineuses fourragères en Algérie (2010-2015).....	04
Figure 05 : Épis d'orge, de blé et de seigle	11
Figure 06 : Epillet.....	11
Figure 07 : Le cycle d'azote	18
Figure 08 : Association légumineuse-céréale	20
Figure 09 : L'association en mélange.....	20
Figure 10 : L'association en rang	21
Figure 11 : L'association en bande.....	21
Figure 12 : Fourrage utilisé en pâturage.....	23
Figure 13 : Affouragement en vert.....	23
Figure 14 : Fourrage conservé en ensilage	24
Figure 14 : Fourrage conservé en foin.....	25
Figure 16 : Fourrage récolté en paille	28
Figure 17 : Fourrage conservé en enrubannage.....	30
Figure 18 : Stades de croissance.....	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Les sources fourragères en Algérie	02
Tableau 02 : Evolution de la production agricole.....	05
Tableau 03 : Evolution du cheptel dans la wilaya d'Ain Defla	05
Tableau 04 : Evolution du cheptel en Algérie entre 2003 et 2013.....	06
Tableau 05 : Evolution des cheptels bovins 2016-2017 et 2017-2018.....	06
Tableau 06 : Evolution des superficies fourragères (2015-2017).....	08
Tableau 07 : La position du fourrage par rapport aux autres cultures menées en irrigué.....	08
Tableau 08 : Importance des pertes de MS et de la valeur nutritive en FC ^o des conditions atmosphériques.....	27
Tableau 09 : Exemple des variabilités obtenues au niveau des analyses de fourrages.....	36

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

I

Liste des figures

II

Liste des tableaux

IV

Introduction

Chapitre 01 : Importance économique des fourrages

1. Importance économique des céréales fourragères	01
1.1. Dans le monde.....	01
1.2. En Algérie	02
2 .Importance économique des légumineuses fourragères	03
2.1. Dans le monde.....	03
2.2. En Algérie	03
3. Importance du cheptel dans la wilaya d'Ain Defla.....	04
4. Importance du cheptel dans la wilaya d'Ain Defla.....	05
4.1. Evolution du cheptel bovin... ..	06
4.2. Les systèmes d'élevage.....	07
4.2.1. Le système intensif	07
4.2.2. Le system semi-intensif	07
4.2.3. Le système extensif.....	07

Chapitre 02: Aperçu général sur les fourrages

1. Généralités	10
2- Classification des fourrages.....	10
2-1. Graminées.....	10
2-1-1- Présentations des Céréales	10
2-1-2-Classification des Céréales	12
2-1-3- Caractéristiques des céréales.....	12
2-2-Légumineuses.....	12
2-2-1- Présentation des légumineuses.....	13
2-2-2- Principales Sous familles des Fabaceae.....	14
2-2-3- Caractéristiques des légumineuses.....	15
2.2.4. Les caractéristiques des légumineuses.....	16
2.3. Association graminée-légumineuse	19

Chapitre 03: La conservation des fourrages

1. Généralités	22
2. Fourrage frais.....	22
2.1Pâturage	22
3. Fourrages verts.....	23
3.1 Ensilage.....	24
3.1.1. Avantages.....	24
3.1.2. Inconvénients	24
4. Fourrage à l'état sec	25
4.1. Fanage	25
4.1.1 Avantage de la dessiccation	25
4.1.2. Limites du fanage.....	26
4.1.3. Principes généraux de la fenaison.....	26

4.1.4. Les pertes de la fenaison	26
4.2. La paille	28
4.3.L'enrubannage	28

Chapitre 04:La qualité des aliments

Généralités	31
1. Notion de la qualité.....	31
2. La valeur alimentaire des fourrages	32
2.1. Valeurs mesurées... ..	32
2 .2. Autres valeurs mesurées	32
2.3. Valeurs alimentaires calculées.....	32
3. les aliments.....	33
3.1 Classification.....	33
3.2 Formes de présentations des aliments dans la ration... ..	34
4. La diversité des systèmes de production.....	34
4.1. Elaborer un système fourrager	35
5. Les risques liés à une mauvaise estimation de la qualité des fourrages.....	35
6. Les critères estimés pour bien évaluer la qualité des fourrages... ..	36
7 – Les facteurs qui influencent la qualité des fourrages	37
8- Effet de l'alimentation des animaux sur la qualité de la viande et du lait	38

Conclusion

Références bibliographiques

INTRODUCTION

L'agriculture algérienne se caractérise principalement par les activités d'élevage (ovins, caprins, bovin, avicole) et de céréaliculture (blé, orge), mais aussi par l'arboriculture fruitière et les cultures maraichères.

En Algérie, les cultures fourragères occupent une place marginale au niveau des productions végétales. Outre la faible superficie réservée à ces cultures, la diversité des espèces est très limitée et les cultures de la vesce-avoine, de l'orge et de l'avoine, destinées à la production du foin, constituent les principales cultures (**Abdelguerfi et al, 2008**).

Les ressources fourragères sont assurées en grande partie par les terres de parcours (jachères, prairies naturelles, parcours steppiques, parcours forestiers...) et les sous-produits de la céréaliculture (chaumes des céréales, pailles).

Les légumineuses à grains sont une source majeure de protéines chez l'homme et la nutrition animale, elles sont fréquemment cultivées en rotation ou en association avec les céréales afin d'améliorer leur nutrition en azote, les rendements des cultures et la fertilité des sols.

La production des associations fourragères constitue un défi majeur de l'agriculture. Dans un contexte de sol pauvre en azote, les légumineuses sont intéressantes car elles ont la capacité de réaliser une symbiose fixatrice d'azote atmosphérique avec les bactéries rhizobiums du sol.

Cette symbiose présente des intérêts environnementaux et agronomiques puisqu'elle permet de réduire la consommation d'engrais chimiques azotés.

La valeur agronomique des associations est appréciée par un ensemble de critères : production de matière sèche annuelle, répartition de cette production au cours de l'année, pérennité de la production sur plusieurs années, valeur alimentaire. L'attente vis-à-vis des associations est d'au moins égaler les monocultures pour ces critères, voire de les dépasser. Une association légumineuse – graminée permet d'obtenir un rendement donné avec un moindre besoin en fertilisation azotée (**Nyfelel et al. 2009**)

Vu l'importance écologique et agro-économique de ces associations, nous nous sommes intéressés à étudier :

L'association fourragère «Vesce-Avoine» sur la qualité de l'aliment dans le but de choisir la meilleure association qui donne un bon rendement.

Notre mémoire est présentée en quatre chapitres :

- Chapitre (I), une revue bibliographique sur l'importance économique des fourrages notamment la vesce-avoine.
- Chapitre (II), nous verrons successivement un aperçu général sur les cultures fourragères.
- Chapitre (III), fait l'objet de l'aspect conservation des fourrages qui a une grande importance dans la gestion de l'aliment (sec, vert).
- Chapitre (IV), est consacré sur la qualité de l'aliment.

CHAPITRE I

1. Importance économique des céréales fourragères

1-1-Dans le monde

Les terres consacrées à l'élevage couvrent près de 3.5 milliards hectares dans le monde, soit 70 % des surfaces agricoles et la demande en produits animaux est en hausse constante, notamment dans les pays arides et semi-arides. D'une importance capitale dans le développement durable des régions chaudes, la production fourragère est le principal levier de la productivité des systèmes d'élevage. Elle joue également un rôle essentiel dans les systèmes qui allient productions végétales et animales et dans de nombreux systèmes agro écologiques intègrent des plantes fourragères (Klein et al, 2014).

Les fourrages sont produits pour répondre, en quantité et en qualité, aux besoins alimentaires des animaux d'élevage herbivores. Le choix de la production varie selon le type de prairie (permanente ou semée), les espèces et les variétés de fourrages (graminées, légumineuses... ; maïs, sorgho, betterave...), et son utilisation (pâturage, ensilage...) (Huyghe, 2003). Les prairies, y compris les pâturages ensemencés et les pâturages pastoraux, figurent parmi les plus grands écosystèmes du monde et contribuent aux moyens de subsistance de plus de 800 millions de personnes (FAO, 2000). Ils sont une source de biens et de services tels que la nourriture des animaux d'élevage, l'habitat des fourrages, fournissent de l'énergie à la faune, et constituent également des puits de stockage du carbone et une protection des bassins hydrographiques pour plusieurs grands systèmes fluviaux. Les prairies sont importantes pour la conservation in situ des ressources génétiques. Sur un total de 10 000 espèces, seulement 100 à 150 espèces fourragères ont été cultivées (FAO, 2000).

Les estimations de la proportion de la superficie terrestre couverte par les prairies varient entre 20 et 40% (FAO, 2000), il est possible d'estimer la superficie mondiale des pâturages et cultures fourragères à 3,5 Milliards d'hectares en 2000, représentant 26% de la superficie terrestre mondiale et 70% de la superficie agricole.

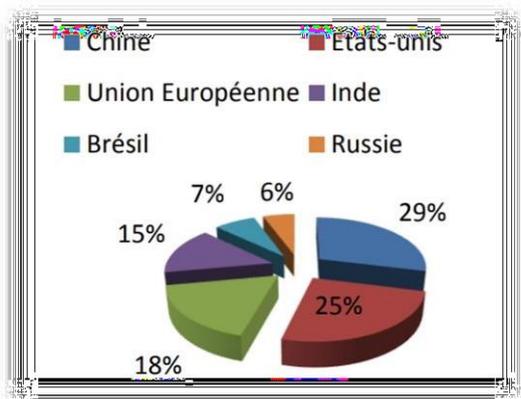


Figure N°01 : Les principaux producteurs Céréales dans le monde en Mt.

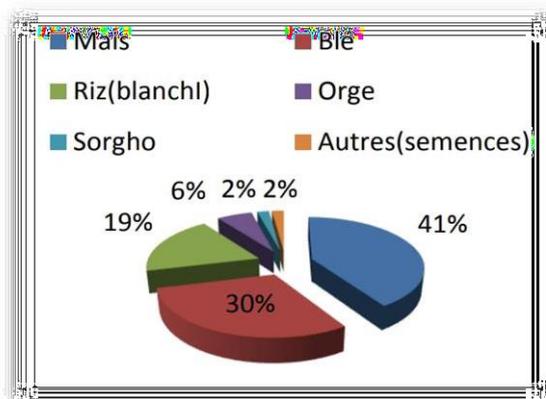


Figure N°02 : Production Mondiale Céréales, par culture.

« Source : usda, campagne 2017/2018 »

1-2En Algérie

Le potentiel fourrager existant en Algérie est structuré autour de quatre ensembles, d'inégale importance, constitués par les prairies naturelles, les parcours steppiques, les fourrages cultivés et les parcours forestiers. Un examen de la structure selon les diverses zones agro écologiques, a permis d'estimer les superficies occupées par les fourrages ou utilisées pour l'alimentation du cheptel à environ 39 millions hectares (**Adam et Ferrah, 2002**). Les principales ressources fourragères se composent des chaumes de céréales, de la végétation des jachères pâturées et des parcours qui représentent 97.7% de la surface fourragère totale, et de peu de fourrages cultivés (1.95%) et des fourrages naturels (0.51%) (**Khaldoun et al., 2000**).

En termes d'offre, exprimée en unités fourragères (UF), l'Algérie disposait en 2001 de 8 milliards d'UF issues principalement des zones céréalières (52%) et des parcours steppiques (44%). Ces données témoignent, encore une fois, du caractère extensif de la production fourragère en Algérie (**Adam et Ferrah, 2002**).

Les fourrages regroupent toutes les plantes consommées par le cheptel, par pâturage, sous forme de foin, d'ensilage ou des agglomérés (**Tableau.1**). La plupart des espèces de plantes fourragères font partie de la famille des Poaceae et des Fabaceae.

L'Algérie par sa nature, son climat, son relief, ses formations végétales et ses habitudes et pratiques d'élevage de sa population humaine, est un pays à vocation pastorale et fourragère par excellence, mais son cheptel est encore sous-alimenté (**Senoussi, 2010**).

Tableau N°01 : les sources fourragères en Algérie

Sources fourragères	Superficies (MHa)	Productivité moyenne UF/ha	Observations
Parcours steppiques	15 à 20	100	Plus ou moins dégradés
Les forêts	03	150	/
Chaumes de céréales	03	300	Nécessité d'améliorer la qualité des chaumes
Végétation de jachère pâturée	02	/	Nécessiter d'orienter la végétation
Fourrages cultivés	0.5	1000/2000	Orge, avoine, luzerne, trèfle, vesce/avoine, sorgho
Les prairies permanentes	0.3	/	Nécessité une prise en charge

(**Senoussi, 2010**)

2. Importance économique des Fabaceae fourragères

Les **Fabaceae** sont l'une des principales sources d'aliments de haute qualité pour les animaux, et sont essentielles à l'intensification durable des systèmes d'élevage, et notamment des chaînes de valeur du secteur laitier et des systèmes d'engraissement en milieu confiné. En outre, les légumineuses sont l'une des composantes essentielles de toute initiative visant à diversifier et à améliorer l'alimentation des animaux d'élevage qui ont accès à des parcours ou à des pâturages. (Submerg., 2002).

2.1. Dans le monde

Les **Fabaceae** alimentaires constituent une composante essentielle pour la nutrition humaine et animale, elles représentent une famille ayant une grande importance économique (Rochester et al, 2001). Elles occupent le second rang après les céréales comme culture alimentaire dans le monde. Les **Fabaceae** sont très riches en protéines de qualité, et en association avec les céréales, elles forment la base de l'alimentation de milliards de personnes et une source importante de fourrage et de produits naturels (Allen., 1981).

Le système fourrager constitue la base du fonctionnement des systèmes d'élevage. Les **Fabaceae** annuelles génèrent des rendements variables et des marges à la culture qui, comparées à celles des céréales, peuvent leur être défavorable. Toutefois, leur présence au sein d'une rotation permet de réduire les charges liées aux intrants (phosphore, azote) (Anonyme., 2015).

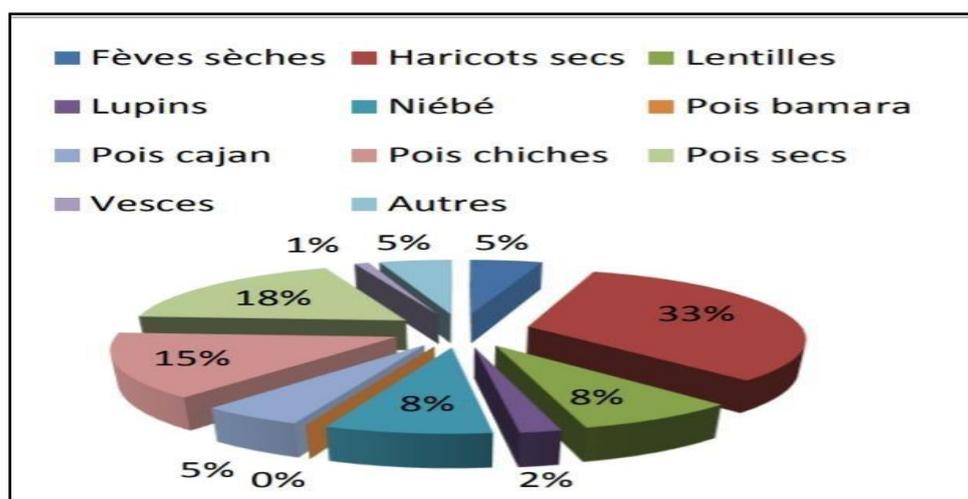


Figure N°03 : production de légumineuses à graines par culture (2016).

2.2. En Algérie

Les espèces fourragères cultivées ne dépassent pas la dizaine d'espèces, alors que la flore renferme un immense potentiel d'espèces pouvant faire l'objet de culture ou d'introduction au niveau des jachères et/ou dans la réhabilitation des terres de parcours ou des zones dégradées. Les cultures fourragères prennent de plus en plus d'importance ces dernières années. Cela est dû à la résorption progressive de la jachère (Anonyme, 2015).

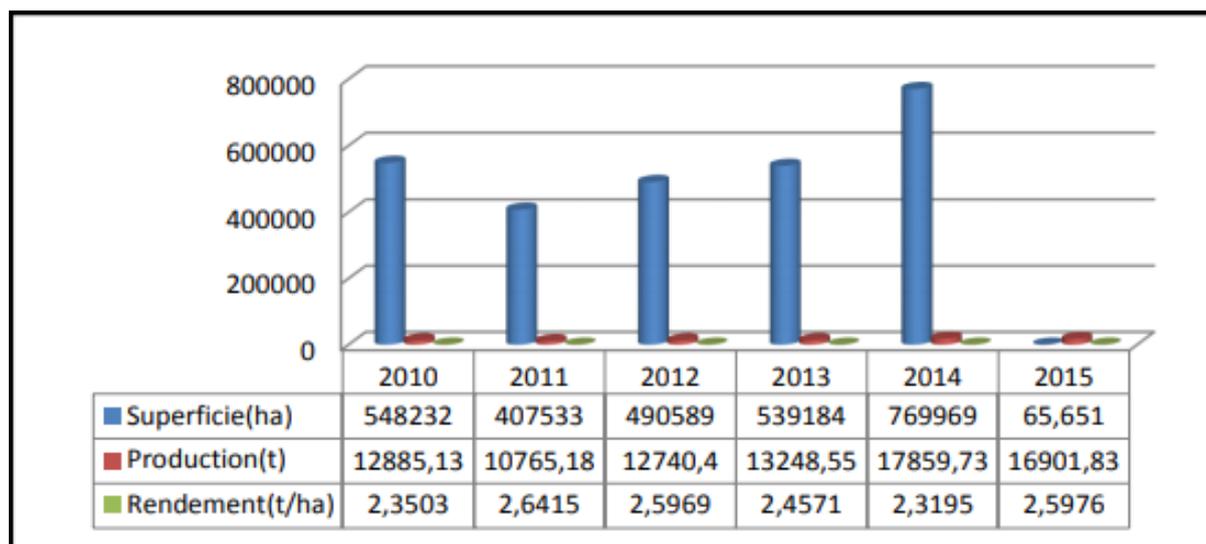


Figure N°04 : Évolution des légumineuses fourragères en Algérie (2010-2015) (DSA 2019).

La figure n°04 montre que les superficies en fourrages fluctuent d'une année à l'autre, suite aux conditions météorologiques instables qui ont prévalu durant ces dernières années. Toutefois, nous constatons que l'année 2014 a enregistré la superficie la plus importante avec près de 700.000 Ha et avec un rendement moyen égal à 2,32 T/Ha. En plus de la faiblesse de la disponibilité, la qualité du fourrage laisse à désirer et constitue une contrainte de taille pour l'élevage bovin laitier. La majeure partie du fourrage (70%) est composée par des espèces céréalières (orge, avoine...). La luzerne, le trèfle d'Alexandrie et le sorgho, n'occupent que très peu de surface.

3. Importance du cheptel en Algérie

La filière élevage observe un rythme singulier de croissance depuis quelques années. en 2015, le cheptel national, tous types de ruminants confondus, dépasse le cap de 35 millionstêtes, selon les statistiques des services spécialisés du ministère de l'agriculture et de développement rural.

Par type de cheptel, il est fait état de plus de 28 millions de têtes d'ovins, 5 millions de têtes de caprins, 1,8 million de têtes bovines ainsi que plus de 380 000 têtes camelines.

L'élevage ovin représente ainsi près de 80% de l'effectif total du cheptel national. (Mourad allal le 31 mai 2015).

Le cheptel bovin est passé de 1 560 545 têtes en 2003 à 1 909 455 têtes en 2013 soitune augmentation de près de 22% (348 910 têtes). Le nombre de vaches laitières en 2013 représente 1 008 575 têtes, (ONIL).

Tableau N°02 : Evolution de la production agricole selon le ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche« MADRP ». <https://www.ons.dz/IMG/pdf/ProdAgrico2016-2017.pdf>

CHEPTEL (Tête)		
	2015/2016	2016/2017
TOTAL CHEPTEL	35 708 537	35 725 345
Bovins	2 080 936	1 895 126
Vaches	1 066 432	971 663
Autres bovins	1 014 504	923 463
Ovins	28 135 986	28 393 602
Brebis	17 161 321	17 709 588
Autres ovins	10 974 665	10 684 014
Caprins	4 934 701	5 007 894
Chèvres	2 903 147	2 949 646
Autres caprins	2 031 554	2 058 248
Equins	177 820	46 841
Camelins	379 094	381 882

4. Importance du cheptel dans la wilaya d'Ain Defla

Les différentes catégories de cheptel au niveau de la wilaya d'Ain Defla ont connu des fluctuations au niveau des effectifs. Ceci pourrait être expliqué par des problèmes d'ordre sanitaire et climatiques qui ont affecté sensiblement les effectifs.

Tableau N°03 : Evolution du cheptel dans la wilaya d'Ain Defla (DSA., 2019)

Cheptels	Bovins (Têtes)	Ovins (Têtes)	Caprins (Têtes)
Campagnes			
2014	46 177	446 764	121 404
2015	40 800	260 000	121 404
2016	39 710	217 000	90 200
2017	41 835	212 709	38 370
2018	26 941	214 305	42 182

Le tableau ci-dessus représente ces effectifs qui montrent une chute importante du cheptel notamment celui de caprins qui a régressé de plus 121000 têtes à plus de 42000 têtes. On peut dire que cette chute est une conséquence d'une sécheresse et d'une maladie qui s'appelle la brucellose.

Tableau N°04: Evolution du cheptel bovin en Algérie entre 2003 et 2013

Années	Vaches Laitières			Génisses + 12 mois	Taureaux	Taurillons 12 à 18 mois	Veaux +12 mois	Velles +12 mois	TOTAL
	B.L.M	BLA+ BLL	TOTAL						
	1	2	3						
	4	5	6						
2003	192364	640860	833224	179684	55022	122114	172385	198116	1560545
2004	199165	645335	844500	194780	58790	131760	180630	203240	1613700
2005	204240	624590	828830	189120	58710	128460	182510	198440	1586070
2006	207740	639900	847640	193960	55730	128310	182770	199480	1607890
2007	216340	643630	859970	198780	55040	135440	183590	200990	1633810
2008	214485	639038	853523	201033	59322	137298	187759	201795	1640730
2009	229929	652353	882282	205409	61426	141898	187245	204173	1682433
2010	239776	675624	915400	212323	6263	141817	202097	213800	1747700
2011	249990	690700	940690	218382	65392	152417	202113	211146	1790140
2012	267139	698958	966097	220627	63476	150852	216220	226658	1843930
2013	293856	714719	1008575	226907	67325	152551	221667	232430	1909455

4.1. Evolution du cheptel bovin

Selon le dernier recensement effectué en 2017, le cheptel bovin est passé de 39704 têtes en le comparant avec celui effectué en 2016 avec un effectif de 26941 têtes. Le nombre de vaches laitières est lui aussi passé de 18585 têtes durant la fin de campagne 2016 à 13022 têtes, soit une diminution de 32% de l'effectif bovin et de 30% des vaches laitières.

Tableau N°05 : évolution des cheptels bovins 2016-2017 et 2017-2018 (DSA., 2019)

Compagne	Effectif bovin	Effectif vache laitière
2016-2017	39740	18585
2017-2018	26916	13033
Ecart %	32 %	30 %

L'écart est très considérable est dû essentiellement à l'apparition de plusieurs cas de maladies contagieuses (tuberculose, brucellose, la fièvre...), ce qui a conduit parfois à des abattages forcés et à la vente du cheptel, suite à des causes recensées et énumérées ci-après :

- La Cherté de l'alimentation.
- L'insuffisance de la ressource en eau et du développement des périmètres irrigués.
- L'insuffisance de la politique des prix du lait induisant le désintéressement des éleveurs pour la production laitière.
- La longueur du cycle des sécheresses enregistrées ces dernières années.
- La faiblesse de l'impact de la vulgarisation agricole.
- L'absence sur le terrain d'associations actives dans le domaine de l'élevage.

4.2. Les systèmes d'élevage

L'élevage bovin dans la wilaya d'Ain Defla ne constitue pas un ensemble homogène.

Ainsi, nous pouvons distinguer trois systèmes :

4.2.1. Le système intensif

Il se caractérise par la présence d'étables de 50 vaches laitière en moyenne dans les exploitations localisées dans des zones à haute potentialité qui regroupent en majeure partie, la ferme Sidi Belhadj avec 192 vaches laitières dans la commune d'Arib, la ferme Si Brahim Ben brik avec 68 vaches laitières, les fermes privées de Bouzekrini Mourad avec 73 vaches laitières , et Bouzekrini Bilal avec 93 vaches laitières dans la commune de Bir Ould Khalifa, au total 4 exploitations avec un effectif de 426 vaches laitières soit 3% de l'effectif totale des vaches laitières (DSA., 2019) .

4.2.2. Le system semi-intensif

Il est pratiqué en général dans les communes de piémonts, ce système est à tendance viande mais fournit une production laitière parfois négligeable (07 litres/jour/vache) destinée à l'autoconsommation et parfois, un surplus est dégagé pour la ventes pour les riverains, ces animaux valorisent seuls ou conjointement avec l'ovin et le caprin, les sous-produits des cultures et les espaces non exploités ; la majeure partie de leur alimentation est issue de pâturage sur jachère, des parcours et des résidus de récolte et comme compléments, du foin de la paille et du concentré.

Ce système concerne des élevages de taille de 7 à 40 vaches laitières , représentant ainsi un effectif de 3039 vaches laitières soit 24% de l'effectif totale des vaches laitières dont la conduite est semi-mécanisée...(DSA., 2019) .

4.2.3. Le système extensif

Cet élevage est localisé dans les zones de montagnes et forestières ainsi que quelques communes de plaine, il concerne des élevages de taille relativement réduite de 1 à 6 vaches. Le cheptel est issu de multiples croisements non contrôlés entre bovin local et bovin importé d'Europe et quelques BLM, représentant ainsi un effectif de 9557 vaches laitières soit 73% de

l'effectif totale des vaches laitière (DSA., 2019).

o **L'offre alimentaire pour le cheptel**

Il y a deux types de fourrages :

- les fourrages naturels (les prairies naturelles et les jachères pâturées)
- les fourrages cultivés (Bersim, avoine, luzerne, sorgho, vesce).

Les superficies destinées à ces cultures restent très faibles par rapport aux besoins, les superficies fourragères connaissent une fluctuation continue mais ne dépassent pas les 2% de la superficie agricole totale (SAT).

Tableau N°06 : Evolution des superficies fourragères (2015-2017)

Campagnes	SAT (Ha)	Fourrages cultivés (Ha)		Fourrages naturels (Ha)	Total (Ha)	%
		Fourrages cultivés consommés en sec	Fourrages cultivés consommés en vert			
2015-2016	235611	19749	454	4277.5	24480.5	10
2016-2017		22574.5	780	4036.5	27391	12

Comme nous pouvons remarquer que les fourrages cultivés et naturelles ne représentent que 12% de la SAT, sachant que la superficie fourragère réservée par les éleveurs de bovins ne représente que 6065,85 Ha soit 26% de la superficie totale des fourrages cultivés.

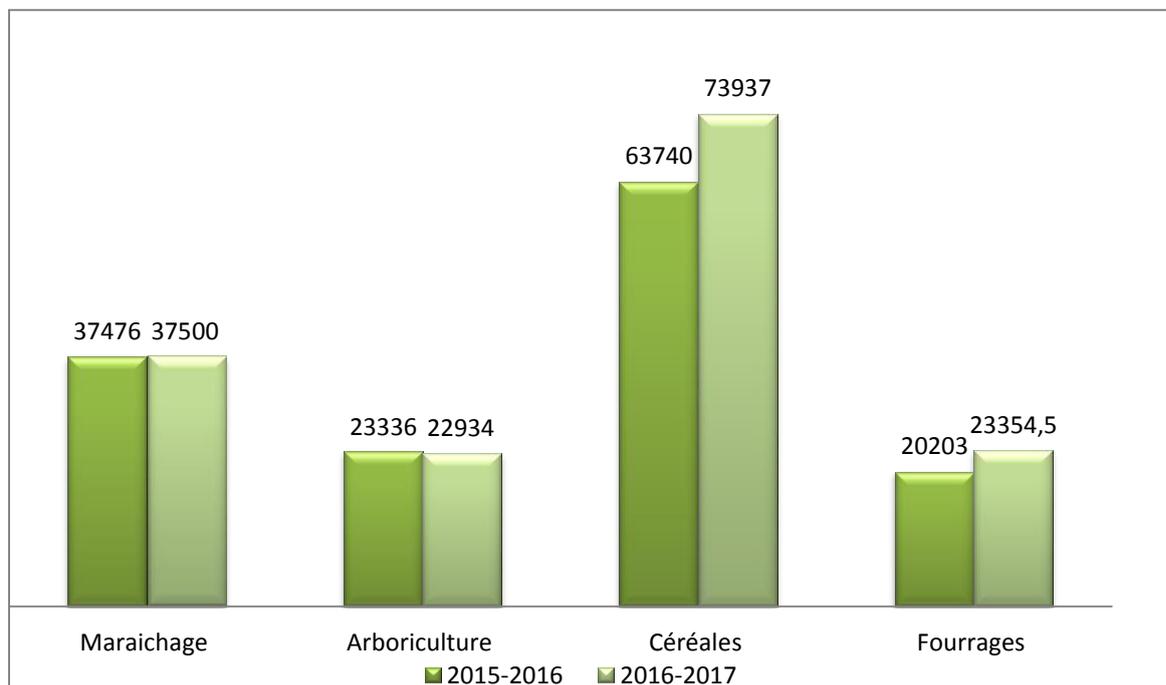
Il y a lieu de noter aussi que la majorité des vaches laitières est conduite en hors sol, soit 5773 VL ce qui représente 44% du nombre total des vaches laitières, 20164 têtes Disposent en même temps de superficies en fourrage vert et sec soit 16% des vaches laitières. 4948 VL disposent de superficies fourragères cultivées en sec soit 38% VL et 237 seulement têtes disposent des superficies fourragères cultivées en vert soit 2% des vaches laitières.

L'enrubannage qui utilise le même principe de conservation que l'ensilage est aussi un nouvel aliment utilisé par les éleveurs et qui donne de très bons résultats, malheureusement ce produit soutenu par l'état à raison de 420 DA/Q, n'est utilisé que par 4 éleveurs seulement (trois éleveurs à Bir Ould Khalifa et un éleveur à Kehmis) soit une quantité de 2137 T.

Tableau N°07 : La position du fourrage par rapport aux autres cultures menées en irrigué (DSA., 2019)

Cultures	Maraichage	Arboriculture	Céréales	Fourrages	Fourrages/autres cultures(%)
2015-2016	37476	23336	63740	20203	16 %
2016-2017	37500	22934	73937	23354.5	17 %

Représentation Graphique du tableau



L'irrigation reste une option peu utilisée pour la production laitière. L'eau est souvent orientée vers d'autres cultures notamment le maraîchage, l'arboriculture fruitière et les céréales, à forte plus-value, notamment dans les zones à hautes potentialités ou se concentre effectivement le bovin laitier moderne.

L'irrigation demeure une option stratégique. La disponibilité de l'eau d'irrigation au Niveau de l'exploitation constitue un avantage ainsi qu'un considérable pour le **fourrage en vert**. L'eau reste une nécessité stratégique.

CHAPITRE II

1. Généralités

Un fourrage est, dans le domaine de l'agriculture, une plante ou un mélange de plantes utilisé pour l'alimentation des animaux d'élevage. Lorsque l'on utilise ce terme en élevage ou en zootechnie on signifie généralement fourrages grossiers (par opposition à aliments concentrés comme les grains).

Ces fourrages sont d'une grande diversité dans leur nature botanique, leurs caractéristiques morphologiques et physico-chimiques qui déterminent leur valeur nutritive et leur appétibilité. (Quiniou, 2014).

Il s'agit en premier lieu des parties herbacées des plantes (feuilles, tiges), mais aussi de racines, de parties de plantes ou de plantes entières que l'on utilise soit à l'état frais, soit conservées fraîches ou plus ou moins séchées. Il s'agit également de l'appareil végétatif aérien d'arbustes. Certaines parties de plantes sont utilisées comme fourrages après transformation comme la pulpe de la betterave à sucre ou les tourteaux des différentes espèces oléifères...

Les fourrages sont utilisés pour nourrir les bovins, caprins, ovins, équins, mais également pour les porcins, camélidés, canards, oies, lapins, etc.

Les fourrages sont principalement constitués de plantes prairiales herbacées, essentiellement des graminées et secondairement des légumineuses pour les herbivores, mais de nombreuses autres espèces de plantes sont cultivées pour l'alimentation des animaux domestiques en général et entrent dans la catégorie des plantes fourragères.

Les espèces fourragères cultivées, très nombreuses ont été repérées dans les milieux naturels parce qu'elles étaient bien consommées par les bétails, puis elles ont été sélectionnées génétiquement sur les différents caractères. Elles appartiennent principalement à deux familles botaniques : les graminées (ou Poaceae) et les légumineuses (Fabacées) herbacées et ligneuses. (Klein et al, 2014).

2. Classification des fourrage

2.1. Les graminées

Les Poaceae, ou graminées, sont une famille de plantes monocotylédones de l'ordre des Poales, qui comprend environ 12 000 espèces groupées en 780 genres, à répartition cosmopolite. C'est, par le nombre d'espèces, la cinquième famille de plantes à fleurs, après les Asteraceae, Orchidaceae, Fabaceae et Rubiaceae. On y trouve la plupart des espèces appelées communément herbes et les céréales.

Ce sont généralement des plantes herbacées, plus rarement ligneuses (bambous), qui partagent des caractéristiques morphologiques qui les distinguent nettement des autres familles végétales : tiges (chaumes) cylindriques aux entrenœuds creux, feuilles alternes à disposition distique, au limbe linéaire à nervation parallèle, et dont la gaine enveloppe la tige, inflorescence élémentaire en épillets, fleurs réduites aux organes sexuels (étamines et ovaire), fruits dont le péricarpe est soudé à la graine (caryopses). (Klein et al, 2014).

2.1.1. Présentations des Céréales

Une céréale est une plante cultivée principalement pour ses graines, utilisées en alimentation humaine et animale, souvent moulues sous forme de farine raffinée ou plus ou

moins complète, mais aussi en grains entiers (ces plantes sont aussi parfois consommées par les animaux herbivores sous forme de fourrage). Le terme « céréale » désigne aussi spécifiquement les grains de ces plantes. Les principales céréales sont le maïs, le riz, blé, l'orge, les mils (y compris le sorgo), l'avoine et le seigle (par ordre de tonnage produit mondialement).

En agronomie et dans le domaine de l'alimentation, le terme céréales regroupe principalement des plantes de la famille des Poacées (ou Graminées), comme le blé, l'orge, le seigle mais aussi d'autres familles botaniques appartenant aux dicotylédones, comme le sarrasin (Polygonacées), le quinoa et l'amarante (Amaranthacées) et parfois le sésame (Pédaliacées) et le chia (Lamiacées) bien que ces deux dernières soient très huileuses.

On appelle aussi céréales à paille les céréales susceptibles de fournir en plus du grain une tige desséchée utilisable pour ses qualités propres : la paille. Ce sont principalement le blé, l'orge, le seigle, l'avoine et le riz.



Figure N°05 : Épis d'orge, de blé et de seigle

Les céréales ont deux types inflorescence : Les panicules (cas de l'avoine) et les épis (autres cas). Les inflorescences des céréales sont composées d'épillets, l'épillet est entouré de deux écailles, les glumes. À l'intérieur de chaque épillet, chaque grain est entouré de 2 glumelles dont l'une possède souvent une arête (la barbe).



Figure N°06 : Epillet

2.1.2. Classification des céréales

Selon Feillet, (2000), les céréales appartiennent à :

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Super ordre	Commeliniflorales
Ordre	Poales
Famille	Poacées
Sous famille	Fastucoides
Espèces	Triticumaestivum (blé tendre) / Hordeumvulgare(orge)

2.1.3. Caractéristiques des céréales

On distingue trois types de céréales selon la date du semis :

A. Les céréales d'hiver : généralement semées à l'automne, elles ont besoin de végéter au froid en hiver (vernalisation) pour pouvoir monter et accomplir ainsi tout leur cycle végétatif. Si on les sème au printemps elles tallent abondamment, gazonnent mais ne montent pas. (Ex : blé tendre, certains **orges**, **seigle**, triticales, **avoine d'hiver**).

B. Les céréales de printemps ou d'été : semées au printemps et récoltées en été, elles peuvent monter et accomplir normalement leur cycle végétatif. (Ex : la plupart des orges de brasserie, blé dur, maïs, sorgho). (**Diehl, 1975**).

C. Les céréales alternatives : qui peuvent encore monter en semis de fin d'hiver à début printemps et accomplir normalement leur cycle végétatif. (**Soltner, 2005**).

Ces modes de développement correspondent donc à des besoins climatiques particuliers, à l'égard de la température et de la photopériode.

Les céréales d'hiver ont, en général, un potentiel de production plus élevé que les céréales de printemps.

Les plantes « adventices » qui accompagnent les céréales à paille sont dites messicoles.

2.2. Les légumineuses

Les Fabaceae, ou Leguminosae (Légumineuses), sont une famille de plantes dicotylédones de l'ordre des Fabales. C'est l'une des plus importantes familles de plantes à fleurs, la troisième après les Orchidaceae et les Asteraceae par le nombre d'espèces. Elle compte environ 765 genres regroupant plus de 19 500 espèces. (**Russelle, 2001**).

Les légumineuses fourragères représentent 27 % de la production de culture primaire dans le monde (**Vance et al. 2000**). Elles ont été la base de la production de viande et de lait pendant des siècles (**Russelle, 2001**). Lorsqu'elles sont correctement utilisées, elles représentent de riches sources de protéines, de fibres et d'énergie. Même dans l'élevage

intensif et la production laitière, où les cultures de céréales sont d'importantes sources d'alimentation, les légumineuses fourragères sont nécessaires pour préserver la bonne santé des animaux (**Wattiaux et Howard, 2001**).

Sur le plan économique, les Fabaceae sont la deuxième famille en importance après les Poaceae et constituent une source de protéines végétales indispensable pour

l'alimentation humaine et animale.

Les Fabacées, au sens large, sont des plantes herbacées, des arbustes, des arbres ou des lianes. C'est une famille à répartition cosmopolite, présente dans tous les continents (à l'exception de l'Antarctique), des zones froides aux zones tropicales. La fonction chlorophyllienne est parfois transférée aux tiges.

2.2.1. Présentation des légumineuses

Les légumineuses désignent un type de cultures récoltées dans le seul but d'obtenir des grains secs. Les haricots secs, les lentilles et les pois sont les types de légumineuses les plus connus et les plus consommés.

Les plantes récoltées vertes (telles que les petits pois et les haricots verts) ne font pas partie de la catégorie des légumineuses. Elles appartiennent en effet aux cultures légumières. Les cultures utilisées principalement pour l'extraction d'huile (comme le soja et l'arachide) et les cultures légumineuses qui sont utilisées exclusivement à des fins de semis (les semences de luzerne et de trèfle par exemple) en sont également exclues.

Les légumineuses sont des cultures essentielles pour de nombreuses raisons. Elles sont riches en nutriments et ont une teneur élevée en protéines. Cela en fait une source de protéines idéale, en particulier dans les régions où la viande et les produits laitiers ne sont pas accessibles pour des raisons géographiques ou économiques. Les légumineuses ont une faible teneur en matières grasses et une forte teneur en fibres solubles. Elles peuvent ainsi contribuer à faire baisser le cholestérol et à contrôler la glycémie. En raison de ces qualités, elles sont recommandées par les organismes de santé dans le traitement des maladies non transmissibles comme le diabète et les maladies cardiaques. Les légumineuses ont également montré qu'elles aident à lutter contre l'obésité

Elles sont présentes dans presque tous les milieux terrestres, caractérisées par une large diversité et sont dominées par les espèces ligneuses et vivaces (**Chang, 2011**).

Les légumineuses ont une importance potentielle en terme écologique et économique par leur capacité symbiotique avec les bactéries du sol, connues sous le nom de rhizobium.

Deux groupes de légumineuses peuvent être distingués :

- **Les légumineuses fourragères** : (trèfle, luzerne, sainfoin...) consommées soit directement par pâturage des prairies, soit récoltées sous forme de fourrage, voire déshydratées.

- **Les légumineuses cultivées pour leurs graines** : Dans cette catégorie, on distingue également :

Les espèces à graines riches en protéines, classées comme protéagineux (pois, féverole, fève,...) ou légumes secs (haricot, lentille, pois chiche,...) (**Zhu et al, 2005**).

Dans cette catégorie, on distingue encore :

- ✚ Les légumes secs, désignant selon la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) exclusivement les légumineuses dont on récolte le grain sec.
- ✚ Les oléagineux, qui ne sont pas exclusivement des légumineuses. Les oléo-protéagineux.
- ✚ Les protéagineux.

2.2.2. Principale sous familles des Fabaceae

Les Fabacées sont des plantes dicotylédones (2 cotylédons lors de la germination), Cette famille est divisée en trois sous-familles, deux sont monophylétiques (Papilionoideae, Mimosoideae) et la troisième paraphylétique (Caesalpinioideae) (**Guignard et Dupont, 2005**). Elle représente une très vaste famille comprenant des arbres, les plantes herbacées annuelles ou vivaces, des lianes et même des plantes aquatiques, elles sont présentes en plaine, en forêt, jusqu'en haute montagne et dans les cultures. Elles sont une source alimentaire de premier ordre.

Les Fabacées sont distribuées partout dans le monde sauf dans les climats arctiques. Cette large extension et leur évolution leur ont permis de se diversifier grandement Et se sont de plantes qui participent à la fixation de l'azote avec des bactéries symbiotiques (**Raven et al,2000**) (aujardin.info)

A. Les Caesalpinioideae

La forêt de la Basse Guinée (**White 1979**) est une grande unité floristique particulièrement riche en genres et espèces de Fabaceae, Caesalpinioideae (**Aubrèville 1968**).

Ce sont majoritairement des arbres ou des arbustes tropicaux ou subtropicaux. (**Judd et al, 2001**).Comprenant environ 150 genres et 2200 espèces. 23 % seulement des espèces parmi celles examinées, sont connues pour être nodulées par les rhizobiums. (**Maxted et Bennet, 2001**).

B. Les Mimosoideae

Ce sont pour la plupart des arbres tropicaux. (**Judd et al, 2001**).Cette sous-famille comprend 62genres et environ 2500 espèces. Parmi les 10% d'espèces déjà examinées, la majorité sont nodulées (Glycine, Acacia)(**Maxted et Bennet, 2001**).

C. Les Papilionoideae

Cette appellation est due à la forme de la corolle qui se présente sous forme de « papillon » (**Guignrd et Dupont, 2005**). La sous-famille monophylétique des Papillon oideae renferme plus des deux tiers des espèces et inclut presque toutes les légumineuses économiquement importantes (**Sprent., 1995**). Elle est cosmopolite et compte 11300 espèces réparties en 440 genres regroupés en 31 tribus (**Labat, 1996**). Dans cette sous-famille, 97% des espèces examinées peuvent être nodulées (**Sprent., 1995**).

La majorité des espèces sont herbacées ; leur fleur est irrégulière composée de 5 pétales : un étendard, deux ailes et deux pétales partiellement fusionnés en une carène (**Judyet al, 2001**).

Ainsi, la famille des légumineuses comprenant arbres, arbustes et plantes herbacées, est très diversifiée.

2.2.3. Les caractéristiques des légumineuses

A. La fixation biologique de l'azote

L'azote est l'élément constitutif des végétaux le plus important après le carbone qui est utilisé dans l'élaboration de molécules importantes comme les protéines, les acides nucléiques et la chlorophylle.

Il est très fréquemment le facteur clé de la production agricole car la concentration des formes d'azote assimilables dans le sol (ammonium, nitrate, composés organiques) Principale sous familles des Fabaceae

Les Fabacées sont des plantes dicotylédones (2 cotylédons lors de la germination), Cette famille est divisée en trois sous-familles, deux sont monophylétiques (Papilionoideae, Mimosoideae) et la troisième paraphylétique (Caesalpinioideae) (**Guignard et Dupont, 2005**). Elle représente une très vaste famille comprenant des arbres, les plantes herbacées annuelles ou vivaces, des lianes et même des plantes aquatiques, elles sont présentes en plaine, en forêt, jusqu'en haute montagne et dans les cultures. Elles sont une source alimentaire de premier ordre.

Les Fabacées sont distribuées partout dans le monde sauf dans les climats arctiques. Cette large extension et leur évolution leur ont permis de se diversifier grandement Et se sont de plantes qui participent à la fixation de l'azote avec des bactéries symbiotiques (**Raven et al,2000**) (aujardin.info)

D. Les Caesalpinioideae

La forêt de la Basse Guinée (**White 1979**) est une grande unité floristique particulièrement riche en genres et espèces de Fabaceae, Caesalpinioideae (**Aubrèville 1968**).

Ce sont majoritairement des arbres ou des arbustes tropicaux ou subtropicaux. (**Judd et al, 2001**).Comprenant environ 150 genres et 2200 espèces. 23 % seulement des espèces parmi celles examinées, sont connues pour être nodulées par les rhizobiums. (**Maxted et Bennet, 2001**).

E. Les Mimosoideae

Ce sont pour la plupart des arbres tropicaux. (**Judd et al, 2001**).Cette sous-famille comprend 62genres et environ 2500 espèces. Parmi les 10% d'espèces déjà examinées, la majorité sont nodulées (Glycine, Acacia)(**Maxted et Bennet, 2001**).

F. Les Papilionoideae

Cette appellation est due à la forme de la corolle qui se présente sous forme de « papillon » (**Guignard et Dupont, 2005**). La sous-famille monophylétique des Papilionoideae renferme plus des deux tiers des espèces et inclut presque toutes les légumineuses économiquement importantes (**Sprent., 1995**). Elle est cosmopolite et compte 11300 espèces réparties en 440 genres regroupés en 31 tribus (**Labat, 1996**). Dans cette sous-famille, 97% des espèces examinées peuvent être nodulées (**Sprent., 1995**).

La majorité des espèces sont herbacées ; leur fleur est irrégulière composée de 5 pétales : un étendard, deux ailes et deux pétales partiellement fusionnés en une carène (**Judyet al, 2001**).

Ainsi, la famille des légumineuses comprenant arbres, arbustes et plantes herbacées, est très diversifiée.

2.2.4. Les caractéristiques des légumineuses

B. La fixation biologique de l'azote

L'azote est l'élément constitutif des végétaux le plus important après le carbone qui est utilisé dans l'élaboration de molécules importantes comme les protéines, les acides nucléiques et la chlorophylle.

Il est très fréquemment le facteur clé de la production agricole car la concentration des formes d'azote assimilables dans le sol (ammonium, nitrate, composés organiques simples) est souvent limitant pour la croissance des plantes et L'insuffisance ou la carence

de cet élément se manifeste par une chlorose, un nanisme, une stérilité (**Tourte et al, 2005**). Les feuilles matures entrent en sénescence puisque leur azote est redirigé vers les feuilles croissantes. S'il y a excès, l'élongation des tiges est favorisée au détriment de la maturation et le développement racinaire est inhibé, pouvant mener à un approvisionnement inadéquat en eau et en éléments minéraux (**Parent, 1999**).

C'est le constituant principal de l'atmosphère terrestre sous forme d'azote gazeux (N_2) mais les plantes l'absorbent dans le sol sous forme de nitrates (NO_3^-) et d'ammonium (NH_4^+). L'importance relative de chacune de ces formes dépend de l'espèce végétale et des conditions du milieu (**Medoukqliet al. 2016**).

Dans la nature, l'azote est abondamment présent sous forme de gaz N_2 dans l'air dont il représente près de 4/5, sous forme minérale ou organique dans les sols et la matière vivante.

La fixation biologique de N_2 est une activité microbienne aussi importante pour le maintien de la vie sur le globe terrestre que la photosynthèse.

Il y a plus de 150 ans que l'on a constaté que le sol contenait plus d'azote que la rochemère et qu'il existait donc une importante source d'azote inexploitée.

Ce processus est effectuée par des microorganismes soit Autonomes soit en symbiose avec des plantes supérieures. Le rôle des micro-organismes dans ce phénomène a été reconnu en 1888 par Hellriegel et Wilfart en constatant que des légumineuses non nodulées étaient incapables d'incorporer l'azote moléculaire. D'autres légumineuses peuvent acquérir l'azote grâce à leur aptitude à établir une symbiose avec des bactéries du sol (**Beijerinck, en 1901**).

Depuis, de nombreux genres et espèces bactériennes ont été reconnus comme fixateurs de N_2 . Ces organismes présentent pratiquement tous les types de comportements en ce qui concerne les relations plante-micro-organisme, les relations avec l'oxygène et les modes trophiques. Parmi les nombreux systèmes fixateurs de N_2 connus, les micro-organismes libres et les symbioses qui possèdent des potentialités démontrées pour une utilisation agronomique sont:

- ✚ Les bactéries hétérotrophes dans le sol et la rhizosphère des plantes,
- ✚ Les cyanobactéries libres ou en symbiose avec Azolla, utilisées principalement en riziculture
- ✚ Les légumineuses annuelles ou pérennes utilisées comme engrais vert ou pour la régénération des
- ✚ Sols sous jachère,
- ✚ Les arbres fixateurs de N_2 utilisés en foresterie ou pour la revégétalisation des sols dégradés.

Les bactéries de la famille des Rhizobiacées peuvent infecter les racines des légumineuses entraînant la formation de structures appelées nodosités ou nodules. Par ces nodules, la plante hôte (la légumineuse) offre un micro habitat exceptionnellement favorable à la bactérie tout en lui procurant des substrats carbonés provenant de la photosynthèse. Le processus de la fixation, lui-même, consiste en la réduction de l'azote atmosphérique N_2 sous forme ammoniacal (NH_3). Cette réaction est catalysée par un complexe enzymatique appelé nitrogénase d'origine bactérienne (**Downie, 2005**).

On observe normalement la présence de nodules fixateurs de l'azote atmosphérique sur les racines chez les Papilionoideae et les Mimosoideae alors qu'ils sont absents chez la plupart des Caesalpinioideae. Ces nodosités sont le résultat d'une symbiose entre des bactéries fixatrices d'azote, les rhizobiums, et ces différentes espèces de légumineuses.

C. Le Rhizobium

Les Rhizobium, ou Rhizobia, sont des bactéries strictement aérobies du sol, qui ont la capacité d'établir des associations symbiotiques avec les plantes de la famille des légumineuses (**Doyle et Luckow, 2003**). Ainsi, les associations avec ces bactéries permettent essentiellement à la plante de pouvoir assurer leur besoin nutritionnel en azote.

Du point de vue morphologique, elles sont sous forme de coccobacilles ou de bâtonnets, aérobies, mobiles grâce à la présence d'un ou de plusieurs flagelles.

La fixation symbiotique est une caractéristique utilisée pour améliorer la fertilité biologique des écosystèmes agricoles (**Howieson et Ballard, 2004**).

D. Symbiose Rhizobia –légumineuses

Les légumineuses présentent l'énorme avantage par rapport aux autres plantes de pouvoir s'associer à des bactéries du sol communément appelées rhizobiums. Cette association aboutit à la formation d'un petit organe particulier au niveau des racines, le nodule, au sein duquel les bactéries, grâce à leur activité nitrogénase, fixent l'azote atmosphérique et transfèrent celui-ci à la plante sous une forme combinée assimilable. En contrepartie, la plante fournit les éléments nutritifs assurant le développement de la bactérie. C'est donc une véritable symbiose avec un échange bénéfique pour les 2 partenaires. (**MEDSCI(Paris) 2007**).

Cette symbiose fixatrice est la plus répandue et la mieux étudiée (**ALLEN, 1981**). Certains rhizobium sont capables également de s'associer symbiotiquement avec une plante non- légumineuse du genre Parasponia (**YOUNG., 1996 ; BEHMET al, 2015 in press**).

La symbiose rhizobium-légumineuse est le résultat de l'interaction complexe entre la bactérie et son hôte. Ces interactions débutent par une reconnaissance mutuelle faisant intervenir un dialogue moléculaire entre les deux partenaires. Les flavonoïdes libérés par les racines de la plante constituent le premier signal moléculaire ; ils sont reconnus spécifiquement par des protéines régulatrices bactériennes.

Certaines légumineuses sont également capables de former des nodules sur les tiges, appelés nodules caulinaires (**DREYFUS et DOMMARGUES, 1981 ; GIRAUD et FLEISCHMAN, 2004**). L'établissement et le fonctionnement de la symbiose sont sous le contrôle génétique de chacun des deux partenaires.

Les légumineuses permettent ainsi une réduction de l'utilisation des engrais chimiques azotés soit en utilisation directe (légumineuses alimentaires par exemple), soit lorsqu'elles sont utilisées en rotation de culture en tant qu'engrais verts. Les légumineuses jouent donc un rôle essentiel dans les écosystèmes naturels, en agriculture et en agroforesterie, en colonisant des espaces pauvres en azote et en constituant une source majeure de fertilisants naturels et économiques pour les cultures. (**GRAHAM et VANCE, 2003**). L'association symbiotique entre les rhizobiums et les légumineuses est très diverse et implique de nombreuses espèces chez les deux partenaires, végétal et bactérien.

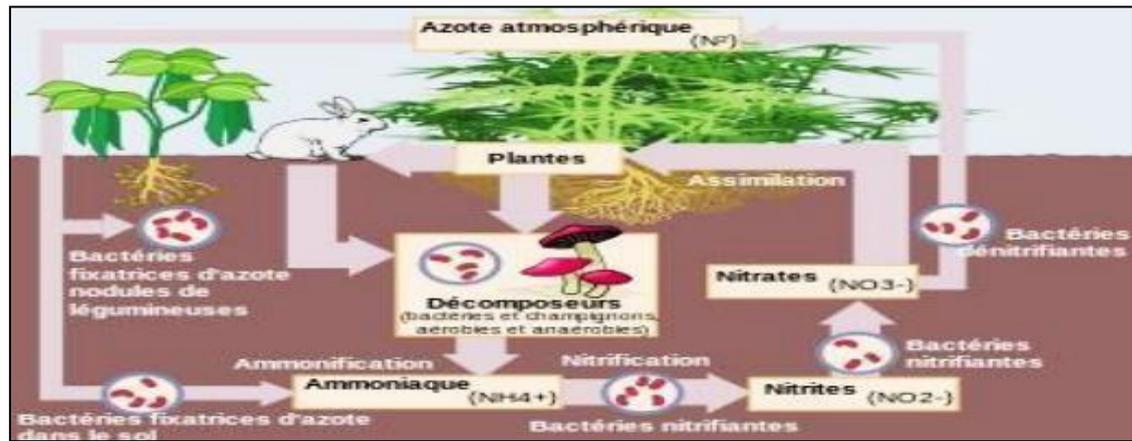


Figure N° 07 : Le cycle d'azote

L'ion nitrate vient de la transformation de l'ammonium par les bactéries nitrifiantes. L'ion ammonium est obtenu par hydrogénation de l'ammoniac. Ensuite, l'ammonium est le dérivé de l'azote atmosphérique après transformation par les bactéries fixatrices d'azote ou de l'azote contenu dans l'humus, après minéralisation. Ainsi, le nitrate migre le long du xylème d'une racine vers le système caulinaire de façon ascendante et puis il est incorporé à des chaînes carbonées pour donner des acides aminés et des protéines au niveau de la feuille. (TOMBOZARA N., 2013-2014).

Classification des Rhizobia

Règne	Bacteria
Embranchement	Proteobacteria
Classe	Alpha Proteobacteria
Ordre	Rhizobiales
Famille	Rhizobiaceae
Genre	Rhizobium

FRANK [1889](#) ([Approved Lists 1980](#))

2.3. Associations fourragères

L'association graminées-légumineuses permet d'améliorer sensiblement la pousse estivale tout en bénéficiant d'une pousse printanière équivalente à celle d'une graminée en pur. A l'inverse, la reprise de végétation est plus lente en sortie d'hiver (institut de végétal, 2004)

Les associations les plus couramment utilisées peuvent être classées en trois groupes, chacun ayant une utilisation différente :

- trèfle blanc + graminée, utilisés essentiellement en pâture ;
- trèfle violet + ray-grass d'Italie, utilisés principalement pour l'ensilage au premier cycle, les repousses pouvant être pâturées ; cette association est composée de deux espèces ayant une pérennité voisine ;

Luzerne + graminée, utilisées pour l'ensilage ou surtout pour le foin au premier cycle, les repousses étant pâturées.

Cette association, destinée aux prames à pâturer, est pratiquement toujours intéressante pour l'agriculteur :

- Economie partielle ou totale de fumure azotée notamment en été, époque où son efficacité est faible.
- Facilité d'implantation et faible coût de semence à l'hectare de culture.

D'autres résultats en ont montré l'intérêt qualitatif :

- enrichissement du fourrage en énergie, en azote et en minéraux ;
- régularité légèrement meilleure de la qualité de l'herbe qui est en outre mieux consommée, grâce à l'appétence du trèfle blanc ; on obtient ainsi une meilleure valorisation de la surface fourragère. (Ph. Plancquaert, S/D).

Définition d'une association

Les associations de cultures sont utilisées depuis l'aube de l'agriculture mais elles ont progressivement disparu avec l'intensification des agro écosystèmes, durant le 20^{ème} siècle, au profit de systèmes fondés sur des peuplements cultivés mono spécifiques. Ces systèmes sont actuellement remis en cause avec l'émergence des préoccupations d'économie d'intrants, la nécessité d'amélioration l'efficacité des facteurs de production et de préserver

l'environnement et la biodiversité. De nombreuses études ont mis en évidence que les associations de cultures céréales-légumineuses seraient un moyen de mieux valoriser les ressources du milieu comparativement aux cultures « pure » ou mono spécifiques correspondantes (Willey, 1979 ; Ofori et Stern, 1987 ; Willey, 1990 ; Hauggaard-Nielsen et al., 2003 ; Bedoussac, 2009). Selon Willey (1979), une association est définie comme une culture simultanée de deux espèces ou plus sur la même surface pendant une période significative de leur cycle de croissance mais sans nécessairement être semées et récoltées en même temps.



Figure N°08: Association légumineuse-céréale (Benider,2018)

Intérêt de l'association

L'association graminée-légumineuse présente des avantages agronomiques, zootechniques et écologiques (Benjeddi et al, 1998), et permet d'économiser des engrais azotés (Lecomte et Parache., 1993). La présence de vesce dans l'association améliore la production totale de matière sèche ainsi que la teneur en azote de l'avoine, de l'orge ou de triticale et la production de la graminée associée (Oukinder et Jaquard., 1988).

Les différents types d'associations

Dans la littérature, il est distingué trois types d'associations (Vandermeer, 1989) dont l'utilisation dépendra de la séparation temporelle et des méthodes de semis envisagée (Lithourgidis et al, 2011).

Les associations en mélange

Dans ce cas, les espèces sont totalement mélangées dans l'espace disponible. Il n'y a pas d'arrangement en rangs. C'est le cas des prairies temporaires (Vrignon-brenas., 2016).



Figure N°09: L'association en mélange (Benider chafia, 2018)

Les associations en rang

Cette association consiste à cultiver en rangs alternés les différentes espèces de l'association sur des rangs séparés qui s'alternent dans l'espace. L'association peut aussi se faire sur les rangs et consiste à semer les différentes espèces associées en mélange sur chaquerang (**Vrignon-brenas, 2016**).



Figure N°10: L'association en rang (**Benider chafia, 2018**).

Les associations en bandes

Dans ce mode d'association, plusieurs rangs de chaque espèce de l'association s'alternent dans l'espace pour potentiellement permettre la mécanisation (à l'inverse de l'association en rangs) des différentes cultures tout en leur permettant d'interagir (**Vrignon-brenas, 2016**).



Figure N°11 :L'association en bande (**Benider chafia, 2018**)

CHAPITRE III

1. Généralités

L'espèce et le stade physiologique détermineront la date de fauche en ensilage, enrubannage ou foin. Selon le stade de la récolte et le mode d'exploitation, la teneur en matière sèche ainsi que la teneur en matières azotées totales (MAT) évoluent

La conservation des fourrages dépend de nombreux paramètres qui vont de la culture de l'herbe jusqu'à la reprise au silo. Les enjeux sont très importants car les pertes sont de plusieurs ordres.

- Perte de valeur pendant les fermentations ;
 - Perte de fourrage à cause de la pourriture ;
 - Développement de spores butyriques ;
 - Sous-consommation de la ration et donc perte de production laitière.
- (Viverlos2010)

L'objectif agronomique associé à la ressource fourragère est qu'elle soit en quantité suffisante, tout au long de l'année, appétant et équilibrée en nutriments. Les besoins en fourrages des animaux s'estiment à partir de la composition du troupeau. En revanche, il est plus difficile d'anticiper la disponibilité en fourrages qui dépend de la variabilité du climat entre années, et ce à chaque saison (Violette A. 2018)

2-Fourrage frais

Le fourrage frais, qu'on appelle aussi fourrage vert, désigne un ensemble d'herbe fraîche qu'on utilise pour alimenter les animaux d'élevage particulièrement les ruminants.

Il correspond à la partie de la plante qui contient la tige et les feuilles, à l'exclusion de la racine et des graines. Il s'agit de la meilleure alimentation car elle permet de conserver de

l'énergie et d'avoir une bonne digestion. En général, ces herbes sont consommées sur place, et parfois dans l'étable après la coupe ('commeunefleche.com')

2.1-Le pâturage

Le pâturage apparaît comme le procédé d'exploitation le plus simple, le fourrage étant directement récolté sur pied par l'animal. Cette technique, également appelée le **pâquis**,

le **pâtis**, le **pacquage**, le **pasquier**, le **pastorale**, la **pasture**, consiste à laisser les animaux sur une parcelle ou un groupe de parcelles identiques pendant un long temps de séjour. À la mise à l'herbe, les animaux consomment l'herbe qui a poussé à la sortie de l'hiver sur l'ensemble de la surface. La hauteur d'herbe est ainsi progressivement amenée à 7-8 cm avec des bovins et les animaux pâturent ensuite l'herbe au fur et à mesure qu'elle pousse. Compte tenu de la surface accessible, les animaux peuvent exprimer leur préférence alimentaire et exercer alors une sélection dans la biomasse qu'ils consomment en allant pâture à certains moments de l'herbe jeune puis à d'autres moments de l'herbe plus avancée, plus fibreuse (Leconte, 1982).

Le pâturage repose sur deux choses :

- La division des parcelles pâturées en plusieurs paddocks ;
- L'intégration des vaches dans un circuit de pâture, broutant sur chaque paddock (paddock désigne un enclos aménagé dans une prairie) pendant un temps déterminé (quelques jours).

Chaque agriculteur évalue donc sa surface disponible, le nombre de paddocks

créés, la surface des paddocks, le temps passé sur chaque paddock. (Apaba, 2012) .

Il y a plusieurs types de Pâturage :

- Pâturage libre.
- Pâturage tournant.
- Pâturage rationné.



Figure N°12 : Fourrage utilisé en pâturage(<http://www.agrihebdo.ch/>)

3- Les fourrages à l'état vert

Le fourrage vert produit à partir de mélanges légumineuses et céréales, est une source précieuse d'aliments pour les bovins laitiers, à condition qu'il ait une composition chimique bénéfique, notamment une faible concentration de métaux lourds (Chandrasekhar et al.2002).

Il consiste en effet, à distribuer le fourrage vert aux animaux en stabulation, technique ancienne pratiquée traditionnellement dans des zones des situations mal adoptées au pâturage (fermes morcelées notamment).L'adoption de cette technique comme moyen d'intensification d'un système fourrager est une conception récente dans les pays à agriculture performante (notamment, les pays à climat tempéré) (Abed-Cheniti.K).



Figure N°13 : Affouragement en vert (<http://luzernes.org/>)

3.1. L'ensilage

L'ensilage c'est une technique de conservation de fourrages verts à l'état humide par voie fermentaire, en anaérobiose, avec le minimum de pertes de matière sèche et d'éléments nutritifs grâce à des processus biochimiques qui se déroulent depuis la récolte de la plante jusqu'à son utilisation par l'animal, cela permettra d'obtenir un produit fini stabilisé à un pH acide et variablement conditionné plus intéressant que les foin traditionnels pour la production laitière et l'élevage des jeunes ruminants. Cette technique permettra (**Abed-Cheniti**) :

- d'exploiter les fourrages à un stade précoce (ce qui permet souvent une seconde pousse avant l'été) même lorsque les conditions climatiques ne sont pas favorables ;
- d'adapter l'utilisation de l'herbe à sa production dans des conditions acceptables du point de vue économique ;
- de fournir et de réserver de l'herbe pour l'alimentation hivernale du bétail et consiste l'intensification fourragère durant l'année.

3.1.1. Avantages de l'ensilage

- ✚ Pas de perte de valeur énergétique par rapport au fourrage vert.
- ✚ Utilisation de la prairie au printemps d'où meilleure gestion de l'herbe et maximisation du rendement.
- ✚ Repousse d'été intéressante pour le pâturage.
- ✚ Facilité de récolte par rapport au temps (1 à 2 jours sans pluie) et débit du chantier.
- ✚ Stockage à l'extérieur sous bâche (peu coûteux).

3.1.2. Inconvénients de l'ensilage

Plusieurs risques liés à l'ingestion par les animaux d'ensilage contaminé sont à limiter

- ✚ :Risque d'intoxication par des toxines fongiques ou bactériennes : c'est un risque qui concerne les animaux qui consomment des produits d'un ensilage mal fait (exemple : formation de mycotoxines en particulier d'aflatoxines).
- ✚ Risque de production d'éthanol toxique pour les ruminants, généralement à la suite d'une fermentation alcoolique permise par une mauvaise étanchéité du silo ou de la feuille de plastique.
- ✚ Risque de pollution : le liquide produit par l'ensilage de végétaux trop humides est acide, corrosif, odorant et polluant.



Figure N°14 : Fourrage conservé en ensilage
(<https://www.plastiques-agricoles.com/>)

4. Fourrage à l'état sec

La conservation par voie sèche consiste en un abaissement de la teneur en eau du fourrage jusqu'à un taux permettant sa conservation prolongée (15%) (**Cheniti, 2004**).

Cette dessiccation à partir d'un fourrage vert technique de fanage traditionnelle (fanage au champ). Elle est aussi obtenue par exposition du fourrage à un courant d'air chaud dans la technique de déshydratation artificielle (dessiccation immédiate). Elle est également obtenue par combinaison de ces différents moyens dans la technique de séchage en grange (par ventilation après un préfanage sur le champ).

Les fourrages secs comprennent les foin et les pailles. Le foin est un aliment résultant de la déshydratation des produits herbacés dont la teneur en eau passe de 80 à 15 %.

4.1. Le fanage

C'est une technique de conservation la plus utilisée en Algérie. Elle permet d'obtenir un aliment très souple d'emploi au niveau du stationnement.

La fenaison consiste à faire diminuer la teneur de l'eau du fourrage en dessous de 15% (soit 85% de MS) (**Cheniti, 2004**) comme indiqué précédemment.

La proportion d'eau évaporée est donc très importante et varie suivant le stade de croissance de la plante ou de son âge. Le temps de l'évaporation va être plus ou moins long suivant les conditions climatiques lors de la fenaison et la résistance qu'oppose la plante à la dessiccation.



Figure N°15:fourrage conservé en foin
(<https://fr.ulule.com/interfoin-interpaille/>)

4.1.1. Avantages de la dessiccation

a- Avantages liés à la technique de récolte

Dans certaines régions montagneuses, sur des parcelles en pente ou éloignées de l'exploitation, le fanage reste le seul type de conservation qui puisse être envisagé car le matériel nécessaire à la réalisation d'ensilage ne peut être utilisé.

b- Avantages liés au foin

Comme indiqué précédemment, le bon foin est d'une grande souplesse d'utilisation.

- ✚ Il peut être distribué en faible ou en grande quantité à tous les types d'animaux sans contre- indication
- ✚ Un cas de foin peut être utilisé à tout moment sans qu'il y ait des risques d'altérations et sans obligation de le terminer.
- ✚ La conservation d'un foin réalisé dans de bonnes conditions et

convenablement stocké est excellente et fournit un aliment de qualité toujours disponible.

- ✚ Du point de vue alimentaire, le foin apporte des fibres longues utiles à la motricité du rumen ; c'est important en période de transition alimentaire ou pour le sevrage des veaux.

4.1.2. Limites du fanage

a- Limites dues aux exigences climatiques

La qualité d'un foin dépend de la valeur alimentaire du fourrage au moment de la coupe et de la vitesse de dessiccation.

Dans la mesure où une récolte précoce est recherchée pour la valeur alimentaire, les risques pris par l'éleveur lors de la réalisation d'un chantier de fenaison soient souvent importants.

b- Limites dues au fourrage à récolter

Tous les fourrages ne peuvent être récoltés en foin, seules les graminées et les Légumineuses prairiales sont adaptées. Les fourrages annuels (maïs, colza, choux...) ne sont pas récoltables de cette manière.

c- Limites liées à la technique de fenaison

La réalisation d'un important chantier de fanage traditionnel demande beaucoup de main-d'œuvre.

4.1.3. Principes généraux de la fenaison (Selon Abed Cheniti)

Pour obtenir un foin de qualité, l'agriculteur sera amené à faucher la production à un stade végétal satisfaisant et à travailler le fourrage afin d'en sécher et déstockage. Cependant, Il existe une grande variabilité de la valeur alimentaire des foins rencontrés en exploitation. Cette variabilité importante est due :

- A la valeur alimentaire du fourrage au moment de la fauche.
- Aux pertes engendrées par la qualité du stockage, donc par les conditions climatiques rencontrées à la récolte et par les conditions de stockage.

4.1.4. Les pertes de la fenaison (Selon Abed Cheniti)

Entre la plante verte et sa distribution sous forme sèche aux animaux, il existe toute une série d'évènements se traduisant par des pertes en matières sèches et par conséquent, d'éléments nutritifs qu'il est nécessaire de chiffrer pour avoir un élément supplémentaire au niveau du choix des techniques de conservation. Il est possible de distinguer plusieurs types de pertes lors de la réalisation d'un chantier de fenaison.

a- Les pertes au champ

Elles sont d'origine mécanique, biochimique et physique :

a-1 Pertes d'origine mécanique

Les pertes au champ lors de la fauche sont en fonction de l'état de la végétation (hauteur de coupe) et du type de faucheuse. Ainsi, une bonne hauteur de coupe se situe entre 6 à 8 cm. La manutention du fourrage (lors des opérations de fanage, d'andainage et de pressage) est à l'origine de pertes d'éléments nutritifs (par chute de feuilles). Ceci est particulièrement marqué chez les légumineuses où l'attaque des folioles est fragile et leur dessèchement rapide.

a-2 Pertes d'origine biochimique

- Respiration ;
- Activité enzymatique ;

- Activité des microorganismes et des moisissures.

a-3 Pertes d'origine physique

Elles sont causées par les agents climatiques, en l'occurrence :

- Influence de la pluie ayant un double effet, notamment :
 - Allonge la durée du fanage par ré humectation du végétal
 - Entraîne des éléments nutritifs par lessivage (glucides, matières azotées, matières minérales).
- Action des rayons solaires :
 - Destruction rapide des vitamines les plus sensibles à l'exposition aux rayons solaires (carotène très sensible aux rayons ultra-violets). Au champ, l'exposition prolongée du fourrage et les manutentions qui l'accompagnent aboutissent à une double perte :
 - Perte de poids du fourrage récolté : elle est due aux activités biochimiques, à l'effeuillage mécanique et au lessivage des constituants solubles
 - Perte de la valeur nutritive du fourrage récolté : elle est due au lessivage déjà cité et à l'altération partielle des glucides, des protéines et des vitamines.

a-4 Les pertes possibles pendant la période de stockage (échauffement du foin)

En général, les pertes intervenant pendant la période de stockage sont faibles, sauf si le foin a été engrangé suffisamment sec. Dans ce cas, un échauffement important du tas se produit et les pertes peuvent être considérables. Cet échauffement est la conséquence du développement des microorganismes (bactéries, moisissures, levures) qui trouvent l'oxygène, l'humidité et des éléments nutritifs.

Le tableau donne un ordre de grandeur des différentes pertes et de leur variation selon les conditions climatiques

Tableau N°08 : Importance des pertes de MS et de la valeur nutritive en FC° des conditions atmosphériques (Fanage au sol)

Conditions climatiques	Pertes en %		
	MS	Valeur énergétique	Valeur azotée
Favorables	10-12	25-30	15-20
Normales	12-18	30-40	30-43
Défavorables	20-30	40-50	50-60

(Tisserand, 1973)

4.2. La paille

La paille est la partie de la tige (ou chaume) de certaines graminées, dites « céréales à paille » (blé, orge, avoine, seigle, riz), coupée avec l'épi à la moisson.

C'est le plus souvent un coproduit de la production de grains. La paille peut être soit enfouie sur place comme amendement organique, soit enlevée et « exportée » hors de la parcelle pour d'autres utilisations. La partie de la tige, de faible hauteur, restant plantée au sol constitue le chaume ou éteule

La paille n'est pas nécessairement récoltée à la moisson. Dans les exploitations céréalières, elle est souvent broyée pour être incorporée au sol. Elle contribue alors au maintien du taux d'humus de la couche arable. (Christelle, 2011). Une fois récoltée, la paille peut avoir plusieurs types d'utilisations : litière, alimentation animale, protection du sol, ressource énergétique. Cependant, la paille est un aliment qui présente un certain intérêt : elle stimule la mastication, la rumination et le brossage des papilles. Elle ralentit également les fermentations, ce qui permet de lutter contre l'acidose du rumen lors d'administration de rations très riches en glucides fermentescibles. Aussi, chez les animaux très performants, elle est parfois utilisée à raison de 1 à 2 kg de paille fraîche/jour dans une ration mélangée.



Figure N°16: fourrage récolté en paille (<https://www.raimond-entreprise.com/>)

4.3. L'Enrubannage

C'est une technique de récolte des fourrages en zone herbagère où la fenaison est le mode de récolte le plus courant. La principale caractéristique de l'enrubannage est sa souplesse de réalisation : cela signifie que même en cas de conditions climatiques peu favorables, il est toujours possible d'enrubanner, en prenant soin cependant d'avoir un taux de matière sèche qui ne soit pas supérieur à 45 %, afin d'éviter la prolifération de moisissures. Par ailleurs, techniquement, l'enrubannage demande moins d'équipements lourds et de main-d'œuvre. (Agrizone, 2016).

Autres avantages de l'enrubanné : le fourrage obtenu est de meilleure valeur nutritionnelle et plus appétant pour les animaux. Il contient très peu de poussières, ce qui est d'autant plus appréciable lorsque le bétail souffre de problèmes pulmonaires. (Agrizone, 2016).

De plus, le stockage du fourrage enrubanné tend à être simplifié puisque les balles peuvent être rangées à l'extérieur, à condition néanmoins d'être posées sur une surface propre et saine. Cependant, les balles devront être manipulées avec précaution, et il faudra veiller à

ce qu'elles ne soient pas détériorées par des oiseaux ou des petits rongeurs.

Globalement, l'enrubannage permet de limiter considérablement les pertes de matière sèche et permet de conserver le fourrage dans de très bonnes conditions.

Cinq facteurs clés interviennent dans la réussite de l'enrubannage :

Il est très rare que les films d'enrubannage soient responsables des défauts de qualité de l'ensilage (moisissures et pourritures notamment). Les films de couleur sombre s'échauffent plus vite au soleil que ceux de couleur blanche et vert clair, ce qui augmente temporairement leur perméabilité aux gaz. Cependant cela ne semble pas avoir d'incidence sur la qualité de fermentation. Comme le confirme une enquête, les films plastiques de couleur sombre s'intègrent nettement mieux dans le paysage que les films blancs. C'est pourquoi, il est recommandé d'utiliser de préférence des films étirables de couleur sombre pour le stockage des balles d'ensilage à l'extérieur. (**WEB AGRI, 2013**).

Les films plastiques noirs, sont de moins en moins utilisés, mais restent ceux qui affichent les meilleurs résultats qualitatifs (très bonne résistance, stabilité aux rayons ultraviolets et adhésivité). Par ailleurs, ils ne contiennent aucun colorant pigmentaire nocif pour l'environnement. (**WEB AGRI, 2013**).

Les films étirables sont peu résistants aux rayons ultraviolets et devront être destinés pour l'ensilage d'été avec un stockage protégé des balles.

Pour une longue durée de stockage (plus de cinq mois) :

L'enrubannage de six couches est préconisé. Pour le stockage sur des sites exposés (engins, bovins non écornés,...) vaut mieux des films de couleur foncée et protéger les abords.

- **La teneur en MS** : il faut viser aux alentours de 50 %. Autour de 70 %, les risques de développement de moisissures sont élevés. Cependant, mieux vaut récolter un fourrage humide, mais qui n'a pas reçu la pluie, que d'attendre que le fourrage sèche au risque que des précipitations surviennent.

- **Côté pressage** : les balles doivent être les plus régulières possibles pour faciliter l'enrubannage et le stockage. Par conséquent, il faut adapter au préalable la largeur de l'andain à celle de la presse. Les balles doivent être denses pour éviter toute déformation préjudiciable à la qualité de conservation. Il est aussi recommandé de diminuer le nombre de balles, ce qui limite la consommation de plastique et le nombre de manutentions par hectare. A noter : les quantités de MS pressées par balle augmentent en fonction de la teneur en MS du fourrage jusqu'à un palier de 50 % de MS. Au-delà, les quantités de MS ne changent plus. (**WEB AGRI, 2013**)

Le type de chambre de pressage (fixe ou variable) n'a aucune incidence sur la conservation future des balles, mais plutôt sur la puissance nécessaire, la densité obtenue, l'entretien... L'utilisation de couteaux sur les presses hacheuses renforce la densité des balles de 10 à 20 % tout en facilitant le délitage du fourrage lors de la distribution. Cependant, le processus fermentaire n'est pas amélioré. Ce dispositif génère également un surcoût et accroît la puissance nécessaire lors du pressage. (**WEB AGRI, 2013**)

- **Utiliser des films de grande largeur** : ceux de 75 cm en particulier de préférence aux films de 50 cm. Toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation de la largeur du film s'accompagne d'une amélioration de l'herméticité, d'un gain de temps lors de l'enrubannage, d'une protection accrue des faces planes qui sont les plus fragiles. Par ailleurs, la consommation de film ne change pas : elle est de 800 g par balle de 1,2 m x 1,2 m pour quatre couches de film (**WEB AGRI, 2013**)

- **Enrubanner en recouvrant de 50 %** : Cela permet de poser les quatre couches de film en deux fois deux couches (la balle fera un tour complet sur elle-même) ou les six couches en trois fois deux couches si la durée de conservation dépasse les quatre mois. Pré-étirer le film d'au moins 60 %. Ne pas enrubanner sous la pluie pour éviter de perdre tout l'effet collant du film. Une bobine de film de 750 mm de large et de 1.500 m de long permet d'enrubanner 31 balles de 1,2 m x 1,2 m plus ou moins une balle. (**WEB AGRI, 2013**)

- **Le lieu de stockage doit être propre et facile à surveiller** : Le stockage à l'abri n'est pas nécessaire sauf intempéries extrêmes (neige). Méthode de stockage : entreposer les balles sur leur face plane, sur un seul niveau si les balles sont très humides. Le film permet d'annoter les balles pour améliorer leur traçabilité et spécifier tout problème. (**WEB AGRI, 2013**)

Espèces pouvant être enrubbannées

Toutes espèces de graminées, comme par exemple les ray-grass difficiles à faire sécher et à faner. Les légumineuses: luzerne ou trèfle, préserver les feuilles riches en protéines et favoriser la consommation des tiges. Les fourrages complémentaires: sorgho, céréales

Immatures, repousses d'arrière-saison.



Figure N°17:fourrage conservé en enrubbannage
(<https://www.barbiergroup.com/secteur/agriculture/enrubannage>)

CHAPITRE IV

Généralités

La qualité des aliments est un concept qui dépasse la recherche de la plus grande qualité sanitaire des produits, même si cette dimension est fondamentale et indispensable à toute construction d'un dispositif de qualité alimentaire.

La qualité alimentaire est une notion plurielle qui fait appel à la mise en œuvre de compétences variées et s'insère dans une stratégie de développement durable.

Elle recouvre en effet des concepts et des notions très diverses. La norme ISO 8402 la définit comme étant "l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit, d'un processus ou d'un service qui lui confère son aptitude à satisfaire des besoins implicites ou explicites".

Dans tous les cas, la qualité apparaît comme une manière "d'être" plus ou moins caractéristique qui se définit par différenciation positive et dont la légitimité repose sur sa capacité à satisfaire un besoin. Cette différenciation peut être objective (reposer sur des critères très techniques et mesurables) ou subjective (recherche de l'excellence).

Elle s'exprime différemment selon que l'on considère le producteur agricole, le transformateur d'un produit, le distributeur ou le consommateur. De plus, la qualité peut être d'essence très variable selon les pays en fonction des caractéristiques du milieu naturel et économique et des coutumes et modes de vie des populations concernées.

De ce fait, sous certaines de ses formes, elle relève des droits de la propriété intellectuelle.

La notion de qualité en matière d'alimentation se révèle ainsi être fondée sur :

- L'adéquation aux demandes des consommateurs et leurs évolutions, notamment en matière de plaisir et de goût, éléments à forte connotation culturelle.
- La capacité à assurer des fonctions à la fois nutritives et de santé publique optimale.
- L'obtention de la sécurité sanitaire maximale des produits.
- De bonnes pratiques au cours de la production et de la transformation.
- Des préoccupations environnementales et de bien-être animal.
- Une garantie de l'origine et de la spécificité de certains produits.
- La transparence de l'information afin de permettre au consommateur de choisir en pleine connaissance le produit qui répond le mieux à son désir et ses besoins nutritionnels.

1. Notion de la qualité

Qualité : emprunt au latin philosophique *qualitas*, formé sur *qualis*, « quel », « Manière d'être, attribut propre de l'Être et en particulier l'aspect sensible et non mesurable des choses » (Robert, 1^{ère} édition, 1973).

- La « qualité » est l'état de ce qui est « comme ça », Intuitivement, la qualité correspond pour nous à "la valeur" d'une chose.
- La qualité est l'aptitude d'un produit à satisfaire ses utilisateurs (déf. AFNOR)
- Définition. ISO plus complète : Ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un Produit qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins

exprimés ou implicites de tous les utilisateurs.

2. La valeur alimentaire des fourrages

La valeur alimentaire d'un fourrage est constituée par sa teneur en énergie, protéines et minéraux. Pour comparer la valeur alimentaire d'un fourrage aux besoins des animaux, les valeurs alimentaires sont exprimées en : - UF / kg de matière sèche pour l'énergie, - grammes de PDI / kg matière sèche pour les protéines, - grammes de Ca et de P pour les minéraux principaux (calcium et phosphore).

La valeur alimentaire d'un fourrage s'exprime en UF pour l'énergie et en grammes de PDI pour les protéines, le tout par kilogramme de matière sèche (MS) de fourrage

2.1. Valeurs mesurées : essentielles pour interpréter la qualité d'un fourrage

- ✚ **Taux Matière sèche MS (en %)** : Exemple : un enrubannage à 60 % de MS contient 40 % d'eau. Ce taux est déterminant pour apprécier la conservation et la capacité pour l'animal d'ingérer un fourrage.
- ✚ **Matières azotées totales MAT (en g/kg MS % ou %)** : Représente la teneur en azote (protéines et acides aminés).
- ✚ **Cellulose brute CB (en g/kg MS)** : Correspond à la teneur en parois végétales. Plus cette teneur est élevée moins le fourrage est digestible. (Proportion à faire ruminer).
- ✚ **Amidon (maïs fourrage) (en % MS)** : Source importante d'énergie, contenue dans les grains. Le taux d'amidon permet d'évaluer la qualité d'un maïs fourrage. (Indicateur du risque d'acidose).

2.2. Autres valeurs mesurées

- ✚ **Neutral détergent fibre NDF (en g/kg MS)** : Correspond à la fibre totale. Plus la teneur en NDF est élevée, plus l'aliment est fibreux, et moins il sera consommé par l'animal. La fibrosité dépend aussi du fourrage lui-même (longueur des fibres, taille des particules...).
- ✚ **Acide détergent fibre ADF (en g/kg MS)** : Correspond à la portion lentement dégradée des fibres par le rumen. Plus cette teneur est élevée, moins les fibres sont digestibles et énergétiques.
- ✚ **Matières grasses MG (en g/kg MS)** : Source d'énergie efficace et non acidogène. Permet de connaître la teneur en lipides. (Facteur influençant : stade de végétation de l'herbe à la récolte ainsi que les conditions de récolte).
- ✚ **Matières minérales MM ou cendres (en g/kg MS)** : Correspond à la teneur totale en minéraux et oligo-éléments.
- ✚ **Digestibilité de l'amidon DT amidon (en % MS)** : Évalue la fraction de l'amidon qui est totalement digérée par l'animal. La DT est primordiale pour évaluer le risque d'acidose.
- ✚ **Sucres ou glucides solubles (en % MS)** : donne les sucres totalement et rapidement digestibles. Ils permettent l'acidification et la conservation du silo et sont source d'énergie.

2.3. Valeurs alimentaires calculées

- ✚ **Unité d'encombrement UE (lait, bovin, mouton) (en UE/kg MS)** : Cette donnée reflète la quantité de fourrage que l'animal va ingérer

volontairement.

Un fourrage à forte valeur d'encombrement séjournera plus longtemps dans l'apanse, donc l'animal en consommera donc moins. On parle en **UEL** pour le bovin lait et caprins, en **UEB** pour les bovins viande et en **UEM** pour les ovins.

- ✚ **Unité fourragère UF (lait, viande) (en UF/kg MS) :** C'est la valeur énergétique du fourrage. On utilise couramment l'UFL. L'UFV n'est utilisée que pour les bovins à GMQ supérieur à 1000 g/jour (animaux à l'engraissement).
- ✚ **Digestibilité de la matière organique DMO (en g/kg MS ou %MS) :** Un aliment est composé de matière organique (glucides, lipides, protéines) et de matière minérale (minéraux, oligo-éléments). La matière organique n'est jamais totalement digérée par l'animal. La DMO indique la part de matière organique qui l'est, le reste étant rejeté dans les matières fécales.
- ✚ **Protéines digestibles dans l'intestin PDIA (en g/kg MS) :** Ce sont les PDI issues de l'aliment et non dégradées dans le rumen
- ✚ **PDIE (en g/kg MS) :** PDI limitées par l'énergie de la ration.
- ✚ **PDIN (en g/kg MS) :** PDI limitées par l'azote de la ration.
- ✚ **La valeur alimentaire d'un fourrage n'est pas fixe dans le temps,** elle change selon la proportion de ses différents constituants. Par ailleurs, une graminée n'a pas la même valeur alimentaire qu'une légumineuse.

Pour déterminer la valeur alimentaire d'un fourrage, il faut connaître **sa teneur en eau** et dans la **matière sèche la teneur en cellulose, hémicellulose, lignine et protéines** (matières azotées totales ou MAT).

La cellulose, l'hémicellulose et la lignine constituent la **teneur en fibres totales**, aussi appelées **NDF**. Plus la teneur en NDF d'un fourrage est importante, plus le fourrage sera fibreux. L'ADL désigne, dans une analyse de fourrage, la teneur en lignine (bois) du fourrage. Les légumineuses ont naturellement une teneur plus importante en lignine que les graminées.

Cette fraction du fourrage est la partie **INDIGESTIBLE** par les animaux, autrement dit plus la teneur en lignine d'un fourrage est importante, moins ce fourrage est digestible et valorisable par les animaux.

3- les aliments

Toutes substances ingérées par un animal en vue de contribuer à la couverture de ses besoins nutritives :

- ✚ **Les besoins d'entretien :** Qui permettent le renouvellement de la matière vivante.
- ✚ **Les besoins de production :** Qui permettent l'accroissement de l'animal et les productions de viande, de lait, de laine, de fœtus.

3-1 Classification

Selon les apports nutritifs : Les aliments peuvent être énergétiques, azotés, minéraux et vitaminiques.

- **Les aliments énergétiques:** Ce sont des produits riches en glucides et en lipides comme les céréales ou les fourrages verts.

• **Les aliments azotés** : Ce sont des aliments riches en protéines, se sont principalement les tourteaux, les produits d'origine animal, les protéagineuses et en matières azotés non protéiques (les ruminants peuvent grâce aux microorganismes synthétiser des protéines à partir des matières azotés non protéiques : urée, amides ammoniac, amines).

• **Les aliments minéraux et vitaminiques** : Produits naturels ou de synthèses enfermant de grandes quantités de minéraux et de vitamines.

Selon leur utilisation en élevage : Les aliments peuvent être classés en fonction de leurs utilisation en élevage c'est-à-dire aux différents stades physiologiques de la vie des animaux, selon les différentes périodes de la vie des animaux, il est possible d'utiliser : des aliments d'allaitement, de sevrage, de croissance et d'engraissement.

Selon l'encombrement dans le tube digestif : dans ce cas la classification est basée essentiellement sur la teneur en matière sèche des aliments et du volume qu'ils occupent dans le tube digestif. Les aliments sont groupés en deux catégories :

Les aliments grossiers ou fourrage et les aliments concentrés.

• **Les aliments grossiers** : Ce sont des aliments volumineux qui ont une faible concentration énergétique et azoté comme : les fourrages verts, les ensilages, les foin.

• **Les aliments concentrés** : Ce sont des aliments qui apportent beaucoup d'éléments nutritifs pour un faible encombrement. Ils sont riches en matière sèche (Ms) plus de 85% .Ils sont utilisés dans l'alimentation animale pour subvenir aux besoins énergétiques et azotés des animaux. Ils constituent la majeure partie de l'alimentation des monogastriques (porcs, volailles) et ils sont à la base de la complémentation de l'alimentation des ruminants.

Exemples : les grains des céréales, les issues de meunerie, les tourteaux, les Protéagineuses et les farines animales.

3-2 Formes de présentations des aliments dans la ration

La ration destinée à satisfaire les besoins quotidiens des animaux comprend :

• **Des aliments simples** : Constitués par un type d'aliment.

• **Des aliments composés** : Formé par l'association de plusieurs aliments simples.

On peut distinguer deux types d'aliments composés :

• **Aliments composés complets** : Qui employé seul s peuvent assurer la couverture de tous les besoins des animaux.

• **Aliments composés complémentaires** : Qui vont apporter les éléments nutritif manquants dans la ration comme les minéraux, les vitamines, les matières azotés.

4. La diversité des usages et des fonctions

Les fourrages sont d'abord destinés à alimenter, exclusivement ou en grande partie, les herbivores domestiques.

La gestion de la valeur alimentaire en adéquation avec les besoins des animaux est guidée par des objectifs de production animale. Outre le rôle alimentaire pour le bétail, les plantes fourragères peuvent aussi avoir d'autres fonctions et usages :

L'alimentation humaine, la protection du sol (couverture végétale), l'amélioration de la fertilité des sols, la séquestration du carbone, le marquage du foncier et la délimitation de l'espace.

Certaines plantes dites à « deux fins » sont à la fois alimentaires pour l'homme et

fourragère pour l'animal. Elles peuvent aussi avoir des fonctions médicinales tant pour l'homme que Pour l'animal.

4.1. L'usage fourrager pour alimenter les animaux

La conduite de l'alimentation des ruminants doit leur assurer des apports nutritionnels en **énergie**, en **matières azotées**, en **minéraux** et en **vitamines** correspondant à leurs besoins, tant pour leur entretien et leur déplacement, que pour leur production (croissance et production de viande, gestation, production de lait, de cuir, de laine, de travail, etc.).

Quantité, qualité : des critères antagonistes

Les cultures fourragères sont globalement appréciées sur le plan **quantitatif** par des critères de productivité et sur le plan **qualitatif** par des critères de valeur alimentaire. La quantité est exprimée en kilogramme ou en tonne de matière sèche par hectare (Kg MS/Ha out MS/Ha). La qualité est décrite de façon globale sous le terme de valeur alimentaire, qui intègre les concentrations en nutriments (unités fourragères, matières azotées digestibles) et la capacité des fourrages à être consommés (quantités de matières sèches ingérées).

En général, la valeur alimentaire diminue quand la quantité produite s'accroît, du fait de la durée du cycle de végétation (semaines, mois) et du fait de la vitesse de croissance (Kg de matière sèche par hectare et par jour) qui dépend en particulier des conditions hydriques, de la fertilité et de la température.

Ces deux paramètres (la qualité et la quantité) sont primordiaux et contribuent aux choix des espèces fourragères et des systèmes techniques pour les cultiver et les exploiter.

Définitions de la valeur alimentaire, combinaison de l'ingestibilité et de la valeur nutritive :

La « valeur alimentaire » mesure la capacité d'un aliment à couvrir les besoins nutritionnels de l'animal. Elle intègre la concentration en nutriments énergétiques, azotés et minéraux effectivement disponibles pour l'organisme, exprimée synthétiquement par la « valeur nutritive ». L'aptitude du fourrage à être consommé par les herbivores est dénommée « digestibilité ».

5. Les risques liés à une mauvaise estimation de la qualité des fourrages

La connaissance précise de la quantité et de la qualité des fourrages disponibles est un point clé du rationnement. Elle constitue un préalable indispensable pour déterminer les quantités et les caractéristiques des aliments nécessaires à l'atteinte des objectifs de production. Les aliments concentrés devront pallier les lacunes des fourrages. Par exemple, ils devront être riches en protéines si les fourrages en sont faiblement pourvus, afin d'assurer un apport protéique suffisant au niveau de la ration totale.

La mauvaise prise en compte de l'ingestibilité et de la qualité des fourrages aboutit trop souvent à des erreurs de rationnement, entraînant des défauts de valorisation de la ration, des performances de production inférieures aux objectifs, des troubles métaboliques (acidose, acétonémie...). Ces erreurs conduisent à une altération des performances économique.

D'autre part, **les fourrages d'une même espèce botanique peuvent être extrêmement différents selon les itinéraires culturels, les conditions de récolte et de conservation.**

Tableau N°09:Exemple des variabilités obtenues au niveau des analyses de fourrages
(SourceTechNet)

Ensilages de maïs			
	25% inférieurs	Moyenne	25% supérieurs
Energie nette UFL/kg MS	0.86	0.91	0.99
Protéines brutes (% MS)	6.3	7.2	8.1
Ensilages de ray-grass			
	25% inférieurs	Moyenne	25% supérieurs
Energie nette UFL/kg MS	0.76	0.92	0.91
Protéines brutes (% MS)	7.9	11.3	14.8

6. Les critères estimés pour bien évaluer la qualité des fourrages

Au-delà des critères classiques (% de matière sèche, protéines, fibres, amidon, matières minérales), une meilleure caractérisation des fourrages doit permettre d'obtenir une estimation précise de leur potentiel de valorisation par les ruminants. En plus des calculs d'énergie nette et de protéines digestibles dans l'intestin, d'autres critères sont à considérer :

- la connaissance de l'ingestibilité d'un fourrage est primordiale car elle impacte directement les apports nutritionnels. Une différence d'1 kg de MS d'ingestion d'un fourrage de 0,9 UFL/kg MS correspond à un apport supplémentaire de 0,9 UFL/animal/jour, ce qui équivaut à la quantité d'énergie nécessaire pour produire 2 kg de lait.
- la dégradabilité de l'amidon dans le rumen (soluble, lent, by-pass) : la teneur en amidon est souvent prise en considération pour évaluer le risque acidogène. Pourtant, les observations terrain montrent bien qu'il existe des différences notables de risque d'acidose pour des fourrages de même teneur en amidon. Cela s'explique par la dégradation de l'amidon dans le rumen, le risque acidogène étant principalement lié à la teneur en amidon soluble du fourrage.
- la matière sèche rapidement dégradée dans le rumen permet de quantifier le risque acidogène du fourrage. La prise en compte de ce nutriment dans le rationnement aide à trouver le juste équilibre entre l'apport d'énergie fermentés-cible nécessaire pour favoriser la production et la prévention du risque acidogène.
- la digestibilité des fibres : les ruminants ont la particularité de pouvoir digérer les fibres des fourrages. Elles contribuent à l'apport d'énergie nette. Cependant, cette digestion n'est pas intégrale et dépend largement de la composition de la fibre.

les fractions de matière grasses digestibles dans le rumen et by-pass : les matières grasses représentent une source d'énergie très concentrée et utile pour augmenter l'apport énergétique total des rations des animaux à fort potentiel de production. Il faut cependant rester vigilant car certaines fractions sont rapidement digérées dans le rumen. Ceci peut

perturber l'écosystème du rumen, et par conséquent, l'efficacité des fermentations.

7 – Les facteurs qui influencent la qualité des fourrages

- **Les facteurs primaires sont :** L'espèce fourragère (graminées vs légumineuses), le stade de maturité à la récolte, les méthodes de récoltes utilisées ainsi que d'entreposage.
- **Les facteurs secondaires sont :** La fertilité du sol, la fertilisation, la température lors de la croissance ainsi que la variété utilisée

Le stade de maturité à la récolte est un facteur qui aura une incidence majeure sur la qualité de votre fourrage en plus d'être l'un dont où le contrôle est relativement facile. Par exemple, la digestibilité de la matière sèche des graminées de climat frais sera au-dessus de 80% 2 à 3 semaines après l'initiation de la croissance au printemps. Ensuite, cette ration diminuera progressivement jusque sous les 50%.

La ration feuille tiges qui est directement lié au stade de maturité, ainsi que le conditionnement du fourrage, aura un impact majeur sur sa qualité.

Dans la figure suivant on peut facilement constater que la qualité relative descend pour ce qui est des feuilles et des protéines, mais que les tiges et la fibre augmente pour leur part graduellement. Les feuilles sont plus digestibles que les tiges. Il est donc primordial de ne pas trop attendre pour la coupe de vos fourrages pour s'assurer une bonne digestibilité.

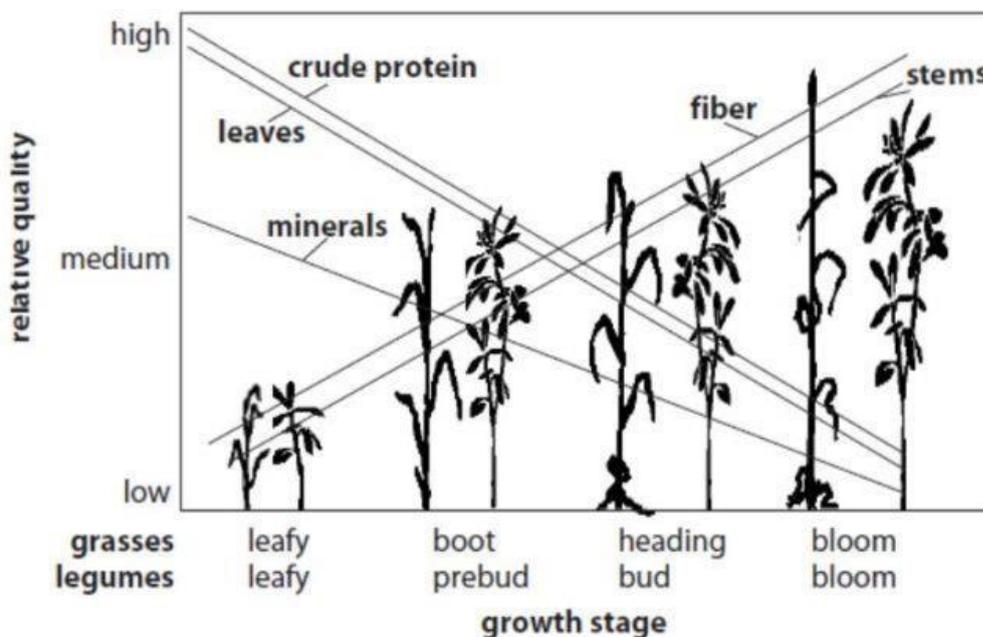


Figure N°18 : Stades de croissance

SOURCE : Virginia polytechnic Institute, 1986

Ces stades de croissance seront influencés par les conditions météorologiques. Ces mêmes conditions auront aussi un impact sur la qualité des fourrages, car la plupart des plantes fourragères produisent plus de feuilles dans des températures plus fraîches que lorsqu'elles sont cultivées dans des climats plus arides et chauds.

8- Effet de l'alimentation des animaux sur la qualité de la viande et du lait

La santé humaine est relativement liée à l'alimentation, il s'avère donc nécessaire de disposer de connaissances précises sur la qualité sensorielle et organoleptique des produits animaux. Cette dernière est affectée par de nombreux facteurs, notamment les caractéristiques de l'animal, son alimentation, ainsi que les technologies de transformation. En effet, l'alimentation des troupeaux exerce une influence pondérale sur la production quantitative et qualitative du lait et de la viande destinés aux utilisations humaines.

Influence de l'alimentation sur la qualité du lait

L'alimentation agit sur le taux de matière grasse ainsi que des protéines de manière différente. L'apport en acides aminés ainsi que les apports énergétiques permettent d'améliorer le taux protéique du **lait**. Par contre, le taux butyreux dépend de la quantité et du mode de présentation des concentrés dans la ration distribuée.

- Effets des fourrages

Principale source de fibres pour les ruminants, les **fourrages** s'avèrent nécessaire pour maintenir un taux butyreux élevé. Ainsi, grâce à la fermentation de la cellulose et de l'hémicellulose par l'action des micro-organismes du rumen, les fourrages contribuent à l'augmentation des acides gras du lait. En effet, les produits de cette fermentation sont l'acétate et le butyrate, considérés comme les principaux précurseurs de la synthèse des matières grasses du lait.

Il est nécessaire d'assurer un équilibre en fibres au niveau de la ration des vaches laitières. Par ailleurs, le fourrage doit impérativement être présent à raison de 40% au minimum de la totalité de la matière sèche dans la ration. On donne comme exemple la luzerne déshydratée, qui, une fois introduite dans l'apport journalier des vaches, stimule l'ingestion et améliore le taux protéique du lait.

- Effet des concentrés

Contrairement aux fourrages, les concentrés, une fois introduits dans la ration, augmentent le taux protéique du lait et entraînent la diminution de son taux butyreux. C'est la quantité du concentré qui a un effet sur la composition du lait. Le taux protéique de ce dernier est stabilisé à partir d'un apport massif de concentrés.

Un concentré riche en amidon, aboutit à une diminution du taux butyreux de manière remarquable. En effet, les quantités élevées d'amidon entraînent des fermentations au niveau du rumen. Ces dernières donnent lieu à la production du propionate en quantités élevées, chose qui contribue à l'augmentation du taux protéique. Parallèlement, la variation du taux butyreux dépend du type d'amidon contenu dans l'aliment : la dégradation de l'amidon du

maïs par exemple est plus lente que celle de l'amidon de l'avoine et de l'orge qui affecte plus le taux butyreux.

Influence de l'alimentation sur la qualité de la viande

La qualité sensorielle de la **viande** est affectée par la nature de l'alimentation. Chez les bovins par exemple, les processus digestifs régulant la part des nutriments absorbés par les animaux, sont modifiés lorsque la composition de la ration connaît certaines variations, la qualité sensorielle de la viande se trouve alors affectée.

- Effet sur la couleur

Un certain nombre d'études montrent que la couleur de la viande des animaux dont l'alimentation se base sur le pâturage, est plus sombre. En effet, les rations contenant du fourrage augmentent le pH de la viande qui est fortement corrélé à la couleur de la viande. Par contre, les rations au à la base de concentrés, entraînent une baisse du niveau du pH, chose qui aboutit à des variations de la couleur de la viande.

- Effet sur la flaveur

Les viandes des animaux alimentés à l'herbe ont un goût meilleur que celles des animaux dont les rations se basent sur les concentrés. Chez les ovins, les acides gras à chaîne ramifiée sont responsables de la flaveur de leur viande. Ainsi, ces composés sont accumulés lorsque le régime alimentaire est riche en céréales et pauvre en fibres, le raisonnement n'est pas le même pour les bovins.

- Effet sur la tendreté

Les animaux recevant des rations à base de concentrés présentent une viande plus tendre, par rapport à celles des troupeaux recevant de l'herbe. Chez les bovins, la réduction du niveau alimentaire peut altérer la tendreté de la viande. Chez la plupart des espèces, la restriction alimentaire s'accompagne d'une réduction de l'adiposité du muscle et de la carcasse.

Conclusion

La céréaliculture en Algérie occupe une place stratégique dans les systèmes de production, surtout en zone semi-aride, à cause de leurs importances dans les habitudes alimentaires. **(Benniou R et al. 2016)**

Les céréales constituent la base alimentaire des algériens ; la majorité des calories provient essentiellement des céréales chaque algérien consomme en moyen annuel sous divers formes 207 kg de blé (pain, couscous, pâtes ...) **(Cimmyt, 1991)**.

Le potentiel fourrager existant en Algérie est structuré autour de quatre ensembles, d'inégale importance, constitués par les prairies naturelles, les parcours steppiques, les fourrages cultivés et les parcours forestiers. Un examen de la structure selon les diverses zones agro écologiques, a permis d'estimer les superficies occupées par les fourrages ou utilisées pour l'alimentation du cheptel à environ 39 millions hectares **(Adem et Ferrah, 2002)**.

L'objectif de notre travail est d'étudier la qualité d'aliments sur l'association fourragère vesce-avoine qui est contrôlé par plusieurs facteurs et paramètres.

L'association fourragère a plusieurs avantages :

Les légumineuses du mélange permettent:

- ✚ Fixer l'azote de l'air.
- ✚ Augmenter la concentration en protéines brutes et la valeur nutritive du fourrage.
- ✚ Rendement acceptable en période chaude et sèche, car racines plus profondes.

Les graminées du mélange permettent :

- ✚ Réduction temps de séchage au champ et peu de pertes d'effeuillage.
- ✚ Plus facilement ensilables (plus de sucres fermentescibles, moins tamponnés).
- ✚ Réduction problème de déchaussage des légumineuses.
- ✚ Réduction de l'érosion des sols (système racinaire plus dense).
- ✚ Prolonge la durée de vie de la prairie.

Raisons agronomiques d'ajouter des graminées à des légumineuses :

- ✚ Hausse des rendements l'année du semis.
- ✚ Séchage plus rapide (30 à 40% de graminées dans le mélange).
- ✚ Diminution perte hivernale.
- ✚ Tallage des graminées permet de combler les espaces libres laissés par les plants de légumineuses qui n'auront pas survécu à l'hiver.
- ✚ Racines de graminées en surface, vs profondes pour les légumineuses.

Conclusion

Notre recherche mérite d'être complétée par d'autres travaux et d'autres expérimentations ayant trait avec l'amélioration de l'alimentation animale notamment et ce, par le bon choix d'espèces (légumineuse ou graminées), le bon itinéraire technique dont le bon choix de l'époque de semis serait une clé pour la réussite de ce type de culture.

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- **Abdelguerfi et al, 2008** : Les productions fourragères et pastorales en Algérie : Situation et Possibilités d'Amélioration. Revue Semestrielle 'Agriculture & développement'' (INVA, Alger), janvier 2008, 14-25p.
- **Adam et Ferrah, 2002, 2002**:Les ressources fourragères en Algérie. Analyse du bilan fourrager pour l'année 2001 : <http://désertification.wordpress.com/2017/02/16/ressources-fourragères-en-algérie.gredaal.com/>.
- **Allen, 1981**: The Leguminosae, a source book of characteristics, uses and nodulation. The University of Wisconsin press. Madison. Aminés chez 2 souches de Rhizobium meliloti. Mémoire de DES. Université d'Oran 66 pp
- **Anonyme., 2015**:Revue par OPU. Chapitre 10. LES CULTURES FOURRAGERES
- **Apaba, 2012**:fiche autonomie. Fourragères les bois demidi. pyorénées FRAB.
- Belaid., 1986

B

- **Benniou, R. 2012**: Agriculture conservation role of moisture and soil organic matter semi-arid. Journal of Materials and Environmental Science, 3(1): 91-98.
- **Bedoussac, 2009**: Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Eds. Le Perchec S., Guy P. et Fraval A. agriculture et biodiversité des plantes. Dossier de l'environnement de l'INRA, β1, β9-37.
- **Benider chafia, 2018** Diversité des exploitations agricoles en région semi-aride algérienne. Sécheresse, 17, 3, 399-406

C

- **Chang *et al.*, 2011** : *Bradyrhizobium lablabi* sp. Nov., isolated from effective nodules of *Lablab purpureus* and *Arachis hypogaea* grown in Southern China. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* Epub. Nov. 26, in press, doi:10.1099/ijms.0.027110-0.

D

- **Dominique Soltner., 2005** : Les bases de la production végétale: le sol et son amélioration, tome 1, 24ed. p231
- **Downie JA, 2005**: Legume haemoglobins: symbiotic nitrogen fixation needs bloody nodules. *Curr Biol* 15: 6
- **Diehl .R, 1975** : Agriculture générale. Ed. Bailliére (paris) p20

G

- **Guignard Dupont, 2005** : Botanique. 13ème Edition Masson. Sprent : 164-179 p
- **Guignard, J.L., Dupont, F., 2005** : Botanique. 13ème Edition Masson Paris.

H

- **Huyghe, C., 2003.** : Les fourrages et la production de protéines. Fourrages, 174, 145-162.
- **Howieson et Ballard, 2004** : Caractérisation phénotypique des bactéries symbiotiques isolées de *Retama monosperma*
- **Hauggaard-Nielsen et al ., 2003** grande culture TOME III-ressources fourragères p 33 -145-211-215-227p.

J

- **Judd et al, 2001**: Diversités phénotypique et moléculaire des microsymbiotes du *Sulla* du nord (*Hédysarum Coronarium*L.) et sélection de souches rhizobiales efficaces
- **Judy et al, 2001** : Botanique systématique : une perspective phylogénétique. Edition de boeck

K

- **Klein et al, 2014** : Les cultures fourragères H.-D. Klein, G. Rippstein, J. Huguenin, B. Toutain, H. Guerin, D. Louppe
- **Khaldoun et al., 2000** : Perspectives de développement des cultures fourragères en Algérie. ITGC, Céréaliculture, N°34 : 40-46.

L

- **Labat J.N., 1996**: Biogéographie, endémisme et origine des légumineuses papilionacées de Madagascar. Biogéographie de Madagascar: pp 95-108.
- **Lecomte et Parache., 1993** : L'association avoine/pois : une culture fourragère adaptée aux régions de demi-altitude et utilisable comme plante abri d'un semis fourrager. Fourrages, 134, 211-216
- **Leconte, 1982** : Innovations Agronomiques. Sécheresse et production fourragère, 113p.

M

- **Medoukqli et al. 2016** : Les genres MedicagoL. Et TrifoliumL. En Algérie : Diversité morphologique, biochimique et moléculaire
- **Maxtedet Bennet, 2001** : legume diversity in the mediterranean region plant genetic resources of legumes in the mediterrane anmaxted N and bemett S.J POBAX17,3300 AA dordrecht, netherlands, Kluwer Academic Publ 39.

N

- **Nyfelner et al. 2009** : Associations graminées-légumineuses prairiales Innovations Agronomiques 40 , 61-72 63

P

- **Parent, 1999** : Notes de cours de Fertilisation des sols. Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec In : Villeneuve S.,

1999. Fertilisation azotée et utilisation de tests rapides de dosage des nitrates dans la production de brocoli. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures l'université Laval pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.).

- **Protin et al. 2014** : Institut de l'Élevage Service Fourrages et Conduite des Troupeaux Allaitants Ferme Expérimentale du Mourier 87 800 Saint Priest (Languedoc)



- **RUSSELLE, 2001** : Alfalfa, Am SCI 89 :252-259
- **Raven et al, 2000** : Biologie végétale. 6ème Edition de Boeck, Paris



- **Senoussi, 2010** : Etude de la disponibilité des aliments de bétail dans les régions sahariennes : cas de la région de Souf. Revue du chercheur, 8 : 65-74
- **Sprent. 1995**: Legume trees and shrubs in the tropics: N₂ fixation in perspective. Soil Biol. Biochem 27: 401-407.



- **Tourte et al, 2005** : Le monde des végétaux. Edition Dunod, Paris.



- **Vance et al. 2000**: Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources. Plant Physiol 127, 390-397
- **Vandermeer, 1989**: The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press. Cambridge, 237p.
- **Vrignon-brenas., 2016**: Effect of spring fertilization on ecosystem services of organic wheat and clover relay intercrops. European Journal of Agronomy, 73:73-82.
- **Viverlos 2010** : page n° 7, CONSERVATION DES FOURRAGES).
- **Violette A. 2018** : Ressource Fourragère

A circular icon with a blue background and a white border, containing the letter 'W' in a white serif font.

- **Wattiaux et Howard., 2001:** Technical Dairy Guide: Nutrition and Feeding. Universt of Wisconsin
- **White 1979:** Intercropping -Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. Field crop abstracts, 32, 1-10. 256. Willey, R .1990. Resource use in intercropping systems. Agric. Water Manag. 17:215- 231.
- **Willey, 1979:** Diversity and phylogeny of rhizobia. New Phytol, 133: 87-94.et Behm Jocelyn E, GeurtsReneetToby Kiers E. (Parasponiaa novel system for studying mutualism stability. Trends in Plant Science (article in press

A circular icon with a blue background and a white border, containing the letter 'Z' in a white serif font.

- **Zhu et al, 2005:** Bridging Model and Crop Legumes through Comparative.

Web Références

- <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.agrimaroc.ma/effet-alimentation-animaux-qualite-viande-lait/&ved=2ahUKEwj6pdyj3O73AhWRsKQKHck-CCMQFnoECCcQAQ&usg=AOvVaw0jWrbNOuPCpFw8MECcOCb8>
- <https://www.feedia-techna.com/fr>
- <https://www.lebulletin.com/>
- <http://static.lebulletin.com/wp-content/uploads/2016/07/Experts-fourragers-rendement.jpg>
- <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.la-viande.fr/animal-elevage/boeuf/alimentation-bovins&ved=2ahUKEwjb-4CRxIz4AhXlzoUKHVnuDRYQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw2K4ZTN48qCZzpIr3DrNfSi>
- <http://www.stolza.com/fr>
- <https://agriculture-de-conservation.com/spip.php?page=sommaire>
- <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.quae.com/extract/3163&ved=2ahUKEwiIqLTAxIz4AhUKiv0HHdh2BoMQFnoECAoQAQ&usg=AOvVaw1YVRDP2DeZjZAgXVzpTLcl>
- <https://www.fao.org/pulses-2016/fr/>
- <https://www.barenbrug.fr/produits/4-5-ans/barcampo.htm>
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ensilage>

- https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/SA/L3%2520animale%252019-20%2520Production%2520et%2520conservation%2520des%2520Fourrages.pdf&ved=2ahUKEwiqqvyH9L_3AhVHXBoKHYYjCL0QFnoECACQAQ&usg=AOvVaw3AxJpLvHUZFbrkDoREVuOY
- <https://www.planetoscope.com/fruits-legumes/2004-la-production-mondiale-de-legumineuses.html>
- <https://www.web-agri.fr/enrubannage/amp/article/173323/enrubannage-queelles-performances-attendre-du-liage-par-film->
- <https://www.web-agri.fr/conduite-elevage/article/89523/les-facteurs-cles-de-succes>
- <https://www.agrizonet.net/amp/blog/les-avantages-de-l-enrubannage>
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Champs_DSC01381.JPG
- <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.inra.org.ma/sites/default/files/08907.pdf&ved=2ahUKEwiMvpmMxoz4AhU0RuUKHcaGDDcQFnoECBAQBg&usg=AOvVaw096klc9zppoX4bGURfxo4>