

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de biologie écologie et végétale.

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Science Biologie

**Spécialité :** Biodiversité et Physiologie Végétale

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

**Opportunités des Légumineuses pour une meilleure production des cultures**

**Présenté par :** TABET Rayen

**Le 29/06/2022**

ZAIBET Amina

**Jury d'évaluation :**

**Encadreur :** KARA Youssef Professeur - Université Frères Mentouri, Constantine 1.  
**Examineur 1 :** BOULAACEL Mouad Docteur - Université Frères Mentouri, Constantine 1.  
**Examineur 2 :** ZOUGHMAR Nabila Docteur- Université Frères Mentouri, Constantine 1.

**Année universitaire: 2021 – 2022**



## **Remerciements**

**Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.**

**En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : pr. Kara Youssef, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.**

**Je désire aussi remercier les professeurs de l'université des Frères Mentouri Constantine 1 , qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.**

**Et à la fin, remercie les membres du jury pour leur présence, Dr. Zoughmar Nabila et Dr. Boulaasel Mouad pour leur lecture attentive de ma mémoire ainsi que pour les remarques qu'ils m'adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer mon travail.**





**Dédicace**

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Moi RAYEN TABET*

*Et Amína*

*Rayen*





# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux deux êtres les plus chers au monde, ma mère Fouzia et mon père Toufik, pour leurs Amour, leurs soutiens et leur stimulante fierté. Les mots sont faibles pour*

*Exprimer la force de mes sentiments et la reconnaissance que je leurs porte.*

*Je remercie ma sœur lyna et mes frère Imed, Ramy et Louay pour leurs encouragements*

*A mon fiancé Zakarya qui me soutenir toujours, merci d'être dans ma vie*

*A ma belle-famille boubekeur , a toute la famille Zaïbet et Boussaha.*

*A mes adorables cousines et mes chères copines*

*Sans oublier mon binôme Rayen*

*Amína*



## **I. Liste des tableaux :**

<b>Tableau 1: Evolution des superficies et de la production des fourrages artificiels et naturels en Algérie (M.A.D.R, 2007). .....</b>	<b>6</b>
<b>Tableau 2: Légumineuses alimentaires cultivées en Algérie leur importance en superficie, production et rendement .....</b>	<b>21</b>
<b>Tableau 3: Composition chimique des grains de légumineuses et du grain de blé.....</b>	<b>22</b>

## II. Liste des figures :

<b>Figure 1: trèfle blanc trifolium repens.....</b>	<b>8</b>
<b>Figure 2: coupe longitudinale trèfle violet Trifolium pratense .....</b>	<b>10</b>
<b>Figure 3: le luzerne Medicago sativa wikipédia .....</b>	<b>11</b>
<b>Figure 4: Onobrychis sp, les sainfoins .....</b>	<b>13</b>
<b>Figure 5: diagramme florale fleur zygomorphe .....</b>	<b>15</b>
<b>Figure 6: Schéma d'une fleur de papilionacée avec ses éléments morphologiques; vue latérale .....</b>	<b>16</b>
<b>Figure 7: Haricot (Phaseolus vulgaris L).....</b>	<b>17</b>
<b>Figure 8: Le pois chiche.....</b>	<b>18</b>
<b>Figure 9: Lentille Lens culinaris .....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 10: Nodosité fixation d'azote(<a href="https://svtbelrose.info/">https://svtbelrose.info/</a>) .....</b>	<b>31</b>
<b>Figure 11: Nodosité les organes.....</b>	<b>31</b>
<b>Figure 12: Schéma interprétatif de l'infection par le Rhizobium sur la coupe d'une racine de Fabacée, porteuse de nodosités .....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 13: Cycle de fixation d'azote .....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 14: Relation entre le pourcentage d'azote minéralisé et le rapport C/N des résidus de cultures.....</b>	<b>37</b>
<b>Figure 15: Exportations Mondiales de Légumineuses (1961-2015) .....</b>	<b>40</b>
<b>Figure 16: Evolution des superficies des fourrages artificiels et naturels en Algérie de 1967 à 2007 (MADR, 2009).....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 17: Evolution de la production des légumineuses alimentaires en Algérie 1964 à 1998 .....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 18: Évolution de la production de légumes sec en Algérie entre 2016 et 2017 par type de légume .....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 19: Evolution du rendement chez les légumineuses alimentaires en Algérie 1964 à 1998 .....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 20: Points forts et points faibles des légumineuses .....</b>	<b>43</b>

### III. Liste des abréviations

- CIMS.....cultures intermédiaires multiservice
- GSL.....glucosinolates.
- PGPR .....plant growth promoting Rhizobacteria
- N.....Azote.
- P.....Phosphate.
- NH<sub>2</sub>.....azote atmosphérique .
- NH<sub>3</sub>.....ammoniac.
- Mt.....millions de tonnes.
- PH.....potentiel hydrogène.
- OGM.....organismes génétiquement modifiés
- GES.....gaz à effet de serre
- ADN.....acide désoxyribonucléique
- ARN.....acide ribonucléique .
- ATP.....adénosine triphosphate .
- O.....oxygène
- NO<sub>3</sub>.....nitrate .
- \_NH<sub>4</sub>.....ammoniac.

#### IV. Table des matières :

<b>Remerciements .....</b>	<b>II</b>
<b>Dédicace .....</b>	<b>III</b>
<b>I. Liste des tableaux : .....</b>	<b>V</b>
<b>II. Liste des figures :.....</b>	<b>VI</b>
<b>III. Liste des abréviations .....</b>	<b>VII</b>
<b>IV. Table des matières : .....</b>	<b>VIII</b>
<b>V. Résumé .....</b>	<b>X</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<hr/> <hr/>	
<b>Chapitre I: Partie bibliographique .....</b>	<b>3</b>
<hr/> <hr/>	
<b>I.1. Généralités sur légumineuses.....</b>	<b>4</b>
<b>I.2. Catégories des légumineuses : .....</b>	<b>5</b>
I.2.1. Légumineuses fourragères :.....	5
I.2.1.1. Les différents types de fourrages : .....	6
I.2.1.2 Les productions fourragères : .....	7
I.2.1.3. Les plantes fourragères communes : .....	7
I.2.2. Legumineuses alimentaires :.....	14
I.2.2.1 Classification des légumineuses famille des fabacées :.....	15
I.2.2.2. Les légumineuses alimentaires communes : .....	16
<b>I.3. L'intérêt des légumineuses :.....</b>	<b>20</b>
I.3.1. Importance des légumineuses dans le système de culture .....	23
I.3.2. Importance nutritionnelle des légumineuses : .....	24
I.3.3. Importance agronomique et environnementale des légumineuses : .....	25
<b>I.4. Les légumineuses et le changement climatique :.....</b>	<b>25</b>
<b>I.5. différentes utilisations des légumineuses et sécurité alimentaire : .....</b>	<b>27</b>
I.5.1. Utilisation dans l'alimentation animale :.....	27
I.5.2 Utilisation dans l'alimentation humaine : .....	27
<b>I.6. espèces de légumineuses et variabilité génétique utilisée : .....</b>	<b>28</b>

---

---

## **Chapitre II: Rhizosphère et Nodosités Fixation symbiotique d'azote ..... 29**

---

---

### **II.1. Les effets des légumineuses sur l'environnement : ..... 30**

### **II.2. Nodosité : ..... 31**

II.2.1. Définition des nodosités ; ..... 31

II.2.2. Le rôle de nodosité : ..... 32

### **II.3. L 'azote : ..... 33**

II.3.1. Cycle de l'azote ; ..... 33

II.3.2. Les légumineuses comme porte d'entrée de l'azote symbiotique dans les systèmes : ..... 35

### **II.4. Fixation biologique d'azote : ..... 36**

II.4.1. Des plantes fixatrices de N<sub>2</sub> : ..... 36

II.4.2. Le rapport C/N (carbone sur azote) : ..... 37

Le rapport carbone sur azote du couvert est un indicateur de la capacité de ce même couvert à se décomposer plus ou moins rapidement. Plus le C/N est faible, plus l'azote sera restitué rapidement et en grande quantité. .... 37

---

---

## **Chapitre III: Résultats et discussions..... - 39 -**

---

---

### **III. Résultats : ..... 40**

#### **III.1. Les superficies des légumineuses : ..... 40**

#### **III.2. La production des légumineuses : ..... 41**

#### **III.3. Rendement chez les légumineuses : ..... 42**

#### **Discussion : ..... 44**

#### **Conclusion : ..... 46**

#### **Références : ..... 49**

## V. Résumé

Les Légumineuses (*Fabaceae*), représentent une importante source de protéines végétales et a bas prix, plus accessibles et bien moins chères que les protéines animales, surtout pour les pays en voie développement. Elles peuvent être stockées très longtemps sans perdre leurs valeurs nutritives. On retrouve dans ce groupe (légumineuses fourragères) : la Luzerne, le Sainfoin, le Lupin, les Trèfles et la Vesce. Les légumineuses a graine sont comestibles par l'homme (légumineuses alimentaires) : le Soja, la Féverole, la Lentille, la Fève, le Haricot, le Pois chiche. Les légumineuses sont des engrais verts : elle fertilisation naturellement les sols et sont très utilisés dans la rotation des cultures. La culture des légumineuses ne nécessitent pas d'apport azoté et fixent l'azote dans le sol, ce qui permet de réduire les apport en engrais pour la culture suivante.

**Mots clés :** légumineuses, *Fabaceae*, l'azote, légumineuses fourragées, légumineuses alimentaires, culture.

### Abstract :

Legumes (*Fabaceae*), are an important source of vegetable protein and have low prices, more accessible and much cheaper than animal protein, especially for developing countries. They can be stored for a very long time without losing their nutritional values. This group (forage legumes) includes Alfalfa, Sainfoin, Lupin, Clovers and Vesce. Legumes with seeds are edible by humans (food legumes): soybeans, lentils, beans, chickpeas. Legumes are green fertilizers: they naturally fertilize the soil and are widely used in crop rotation. Growing pulses does not require nitrogen and fix the nitrogen in the soil, which reduces fertilizer inputs for the next crop.

**Keywords:** legumes, *Fabaceae*, nitrogen, forage legumes, food legumes, crop.

### ملخص :

تمثل البقوليات (*Fabaceae*) مصدرًا مهمًا للبروتينات النباتية منخفضة التكلفة، ويمكن الوصول إليها بسهولة أكبر وأرخص بكثير من البروتينات الحيوانية، خاصة بالنسبة للبلدان النامية. يمكن تخزينها لفترة طويلة جدًا دون أن تفقد قيمتها الغذائية. نجد في هذه المجموعة (البقوليات العلفية): البرسيم، السيفوين، الترمس، البرسيم، البيقية. البقوليات الصالحة للأكل من قبل الإنسان (البقوليات الغذائية): فول الصويا، الفول، العدس، الحمص. البقوليات عبارة عن سماد أخضر: تُخصب التربة بشكل طبيعي وتستخدم على نطاق واسع في تناوب المحاصيل. لا تتطلب زراعة البقوليات مدخلات من النيتروجين وإصلاح النيتروجين في التربة، مما يجعل من الممكن تقليل مدخلات الأسمدة للمحصول التالي.

**الكلمات المفتاحية:** البقوليات، البقولية، النيتروجين، البقوليات العلفية، البقوليات الغذائية، الزراعة.

# **Introduction**

### Introduction

La famille des légumineuses, Famille des Fabacées est considérée comme l'une des plus importantes parmi les dicotylédones. Elle est le troisième plus grand groupe de plantes au monde derrière les céréales et le riz qui occupe quand à lui le premier rang. On considère qu'elle est apparue il ya quelque 90 millions d'années et que leur processus de diversification a vu le jour à partir du début du Tertiaire. La famille des fabacées comporte plus de 20000 espèces et quelques 700 genres. C'est la famille végétale qui fournit le plus grand nombre d'espèces. (pois chiches, haricot, lentille, fève ....), utiles à l'homme, qu'elles soient importantes vis-à-vis des caractéristiques spécifiques de différentes régions (sol et climat) (FAO, 2016), Pour la consommation humaine, les légumineuses sont riches en protéines et en éléments minéraux (phosphore, fer ....etc). Elles constituent une très bonne source de vitamine du groupe B (mine, riboflavine et niacine) (Temani et Khairi, 2009). C'est dernier ; sont caractérisés à la fois par une forte densité énergétique et une forte densité nutritionnelle.

Ces aliments apportent des fibres, des protéines, des hydrates de carbone, du magnésium, du manganèse, du zinc, en plus de matières grasses qu'ils contiennent (acides gras essentiels). Au-delà de la stricte couverture des besoins nutritionnels, les graines de légumineuses, notamment les légumes secs, présentent des atouts indéniables pour la santé humaine et/ou l'alimentation animale (soja, luzerne...etc.). Elles sont aussi une source importante d'huiles végétales (*Arachide*) et de bois de qualité (*bois de rose, ébène*) (Solagro & R.A.C., 2016).

Les légumineuses à graines constituent toujours une part importante de l'alimentation de part le monde, particulièrement dans les pays en voie de développement où elles sont la principale source de protéines pour l'homme. Citons le Haricot (*Phaseolus vulgaris*) en Amérique latine, le pois Chiche (*Cicer arietinum*), la lentille (*lens culinaris*) et la Fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le Soja (*Glycine max*) en Asie sans oublier l'Arachide (*Arachypogea*) et le pois (*Pisum sativum*) dans le monde entier (Lazrek-Ben Friha,2008). Les légumineuses occupent la deuxième place après les céréales notamment en ce qui concerne les terres cultivées et la production. En 2004, plus de 300 millions de tonnes de légumineuses à graines ont été produites sur une superficie de 190 millions d'hectares soit 13% des terres cultivées (FAO, 2016).

Les légumineuses alimentaires occupent une place importante dans le système de culture et dans l'alimentation de la population. Elles sont essentiellement cultivées pour leur rôle en

alimentation humaine et dans l'amélioration et fertilité des sols dans le système de culture dominat à base de céréales avec un superficie soit de l'ordre de 90000 ha représentant 0,21% de la superficie agricole totale en 2014 (Rahmani, 2015). La production de légumineuse alimentaire en Algérie demeure largement un secteur traditionnel où la majorité des producteurs sont de petits exploitants agricoles disposant d'une main d'œuvre familiale abondante. Avec l'augmentation de la demande intérieure de légumineuses alimentaires (croissance démographique) et la stagnation des rendements (nature traditionnelle du secteur), la production ne satisfait plus la demande locale ; d'où l'Algérie est devenue un net importateur depuis 1979. Les principales légumineuses alimentaires cultivées en Algérie sont dans l'ordre : la fève, la fèverole, le pois chiche, le pois sec, les lentilles et le haricot sec (M. A. D. R., 2014. In : Rahmani, 2015).

La famille des légumineuses recouvre plusieurs espèces, variété ou populations. A titre d'illustration, plus d'une trentaine d'espèces de luzernes sont fréquentes dans le bassin méditerranéen et en Algérie. Certaines sont annuelles (luzernes spontanées : "*medics*") ou bisannuelles (*luzerne bisannuelle*), d'autres sont pluriannuelles ou pérennes (luzerne cultivée); la plupart sont herbacées, parfois arbustives (luzerne arborescente).

De nombreux travaux ont été consacrés, ces dernières années, à l'utilisation de bactéries du sol pour l'amélioration de la croissance des plantes et la diminution des intrants coûteux et potentiellement polluants en agriculture. Ces bactéries promotrices de croissance PGPR pour «PlantGrowth-Promoting Rhizo bacteria» appartiennent à différents genres tels que *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter* et *Bacillus* (Gaskins et al, 1985). La fixation non symbiotique de l'azote a été l'un des premiers mécanismes bactériens identifiés dans la rhizosphère des végétaux comme susceptible d'induire une augmentation de la croissance des plantes (Boddey et Dôberciner, 1988). Aussi de nombreuses souches bactériennes fixatrices d'azote ont été isolées du sol et de la rhizosphère et inoculées à diverses espèces végétales (Jagnow ; 1987 ; Rajaramamohan et al, 1987). L'objectif de cette étude vise à étudier les quelques opportunités des légumineuses pour une meilleure production des cultures et leurs différents intérêts : agro-économiques et nutritionnels. En d'autres termes, les légumineuses boostent et augmentent de façon significative les rendements des cultures en l'occurrence les céréales en administrant de l'azote pur dans le sol. L'azote considéré comme le pivot des rendements des cultures. D'après la littérature, une légumineuse peut restituer au sol jusqu'à 100kgs d'azote pur par hectare d'où l'intérêt des légumineuses dans les systèmes agricoles de rotation et d'assolement. (FAQ, 2016 )

# **Chapitre I**

## **Partie bibliographique**

## I.1. Généralités sur légumineuses

Les légumineuses sont des plantes dicotylédones appartenant à la famille des Fabacées, qui représentent la troisième famille de plantes par le nombre d'espèces référencées après les composées Astéracées et les orchidées. (Schneider et al. 2015).

La particularité biologique des légumineuses la plus connue est leur aptitude à s'associer à des bactéries du sol (*Rhizobiaceae*), formant des nodosités ou nodules au sein desquels ces bactéries transforment l'azote atmosphérique en une forme assimilable par la plante, ce qui leur permet de faire produire en abondances des protéines végétales même en l'absence de fertilisation azotée, d'où leur intérêt également dans le cadre d'une agriculture durable (réduction des intrants)(Mylona et al, 1995) ; (Journet et al, 2001).

Il faut signaler de prime abord que les légumineuses se subdivisent en deux grands groupes.

Les légumineuses alimentaires occupent une place importante dans le système de culture et dans l'alimentation de la population, elles sont essentiellement cultivées pour leur rôle en alimentation humaine et dans l'amélioration et la fertilité des sols dans le système de culture dominat à base de céréales avec une superficie soit de l'ordre de 90000 ha représentant 0,21% de la superficie agricole totale en 2014 (Rahmani,2015).

En Algérie les espèces végétales constituent l'essentiel des plantes herbacées annuelles rencontrées dans les terres nues (parcours ou prairies et jachères). Notons à titre d'indication que les parcours sont surtout distingués selon les aspects bioécologiques, ou facteurs naturels, à l'exemple du climat, du sol, du relief et surtout la végétation. Ce sont des terres ouvertes non cultivées ou rarement mises en culture.

Les plantes herbacées à cycle végétatif annuel sont habituellement représentées par deux grandes familles : famille des graminées ou poacées et famille des légumineuses (Abdelguerfi et al, 2008)(Abdelguerfi et al, 2008).

Les légumineuses fourragères sont relativement nombreuses, ce sont des plantes herbacées annuelles ou vivaces, Notons au passage que d'autres légumineuses se trouvant dans les tropiques ont un aspect ligneux, en revanche, dans les régions tempérées, les légumineuses sont surtout utilisées pour constituer des prairies temporaires ou permanentes souvent en association avec d'autres espèces, en l'occurrence les céréales. A cet effet, la légumineuse est fauchée, broutée ou ensilée, ensuite distribuée aux animaux comme fourrage riche en matières azotées.

Les espèces constituant les légumineuses fourragères sont surtout représentées à l'image de par la luzerne, le trèfle blanc, trèfle violet , le sainfoin .

(fr.m.wikipedia.org/wiki/L%C3%A9gumineuse\_fourrag%C3%A8re).

## **I.2. Catégories des légumineuses :**

Les légumineuses, souvent appelées «légumes secs » désignent des plantes dont les fruit comestibles sont contenus dans des gousses. Cette famille regroupe une importante variété d'espèces végétales cultivées partout dans le monde : le soja, l'arachide, le haricot, les pois, les fèves et lentilles sont considérées comme étant les plus cultivées le monde.

On peut distinguer deux types de légumineuses :

### **I.2.1. Légumineuses fourragères :**

Les légumineuses fourragères sont des plantes ou un mélange de plantes utilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage, entre autre la luzerne (*Medicago sativa*), le soja (*Glycine max*), le trèfle violet (*Trifolium* sp), le trèfle blanc (*Trifolium pratense* L) et autre légumineuses. Elles représentent 27% de la production de culture primaire dans le monde (Vance et al, 2000). Lorsqu'elles sont correctement utilisées, les légumineuses représentent des sources riches en protéines, des fibres et également de l'énergie même lorsqu'il s'agit d'un élevage intensif avec éventuellement une production laitière conséquente. Les légumineuses fourragères sont nécessaires pour préserver la bonne santé des animaux (Wattiaux et haward, 2001). Elles ont été la base de la production de viande et de lait pendant des siècles (Russelle, 2001). Si dans le monde, par un passé assez récent, les productions fourragères et pastorales ont été l'élément clé de la révolution agricole et agro-industrielle, en Algérie depuis la période coloniale à nos jours, la superficie des parcours n'a fait que régresser et les cultures fourragères n'ont jamais eu la place qui leur est due par la nature de son climat, de son relief et de ses formation végétales, ainsi que par les habitudes et les pratiques de sa population humaine (Abdelguerfi et al, 2008).

Toute plante ou partie de plante servie aux animaux ou broutés par eux et appelée fourrage. Le fourrage peut être frais, conservé en sec ou par voie humide c'est-à-dire ensilé les aliments d'origine végétale ou aliments fourragés se caractérisent par une très grande diversité.

- De par leur aspect botanique.
- De par leurs caractéristiques morphologiques et anatomiques.
- De par leurs caractéristiques physico-chimiques.

Dans les zones tempérées à semi-arides, (cas de l'Algérie) les fourrages sont constitués par plusieurs familles de végétaux, représentés essentiellement par deux grandes familles qui constituent la base des peuplements végétaux naturels (peuplements prairial) et comptent aussi un nombre important d'espèces cultivées (FAQ2016).

**Tableau 1: Evolution des superficies et de la production des fourrages artificiels et naturels en Algérie (M.A.D.R, 2007).**

Périodes	Fourrages artificiels			Fourrages naturels	
	Consommés en sec		Consommés en vert	Superficie (1000ha)	Production (1000 qx)
	Superficie (1000 ha)	Production (1000 qx)	Superficie (1000 ha)		
67-79	176,0	3947,8	34,5	153,0	2171,7
80-89	474,3	8191,1	122,9	136,7	1818,6
90-99	333,2	5271,2	108,9	146,0	2020,0
2000-07	350,8	7462,0	101,0	173,1	3113,0

#### I.2.1.1. Les différents types de fourrages :

- La première grande famille est celle des graminées, dont les espèces les plus importantes sont les céréales.

Remarque : les céréales qui constituent notre pays la base de l'alimentation des animaux domestiques est (soit sous forme de graines ou de pailles ou en vert).

- La deuxième grande familles est celle des légumineuses, qui joue un rôle important de la fixation de l'azote.
- Il existe d'autres espèces fourragères intéressantes qui appartiennent à d'autres familles et conviennent à des milieux particuliers ; c'est le cas du cactus (famille des *cactaceae*) pour les régions sèches, les Atriplex (famille des *chenopodiaceae*) pour les terres arides un peu salinisées, des Artemisia ( famille des *Asteraceae*), arbrisseaux adaptés aux steppes arides, et de certains arbres et arbustes de diverses autres familles (*Meliaceae*, *Rhambaceae*, *capparidaceae*, etc).

### I.2.1.2 Les productions fourragères :

Les ressources fourragères destinées à l'alimentation des animaux domestiques sont déterminés selon deux grands modes de production qui justifient les différents systèmes d'élevage rencontrés selon les milieux, surtout en fonction de l'offre fourragère (alimentaire de ces milieux).

#### a) Les fourrages naturels :

La façon la moins onéreuse, la plus facile et la plus rentable pour alimenter les animaux, est de les conduire sur des territoires (ou espèces) naturels c'est-à-dire sur une végétation naturelle. Dans ce cas les animaux se déplacent sur ces territoires à la recherche de la végétation consommable ou fourrages.

#### b) Les fourrages cultivés :

Les fourrages cultivés ou fourrages artificiels représentent l'ensemble des espèces végétales (graminées, légumineuses).

mises en culture dans l'objectif d'alimenter les animaux domestique d'élevage.

Les fourrages sont donc les espèces végétales cultivées pour nourrir le bétail. Ils constituent un élément important de la rotation et l'assolement des cultures. Ils procurent de nombreux avantages à cet égard, de même que sur le plan environnemental, puisqu'ils permettent de réduire l'érosion du sol et d'améliorer sa santé et sa teneur en matière organique.

Les aliments destinés aux animaux sont en grande partie issue de ces espèces (légumineuses entre autre) qui peuvent être utilisés comme plantes entières, en produits à l'exemple des grains (exemple grains de maïs) ou de ce produits (pailles). Les différents fourrages et plantes fourragères sont distribués aux animaux seuls ou mélangés. (Russelle, 2001)

### I.2.1.3. Les plantes fourragères communes :

#### Description et classification botanique

##### ▪ Le trèfle blanc (*trifolium repens*)

une légumineuse qui aime la chaleur et la lumière.

Le trèfle blanc et aussi appelé trèfle rampant ; son nom botanique est d'ailleurs *trifolium repens*. Les éleveurs le nomment parfois «petit trèfle» pour le distinguer du trèfle violet ou du trèfle

incarnat. Ses tiges ou stolons courent à même le sol. Elles sont ramifiées et portent des nœuds d'où partent les racines et les feuilles. Les racines descendent peu dans le sol (10 à 25 cm). Elles portent des nodosités sorte de toutes petites boules dans lesquelles vivent les bactéries (Rhizobiome) qui donne aux légumineuses la capacité d'utiliser l'azote de l'air.

Les feuilles comportent un long pétiole (10 à 30 cm) qui leur permet de se dresser vers la lumière. Les fleurs sont blanches. Du fait de la taille des feuilles, il existe une assez grande diversité d'aspect chez le trèfle blanc. Le trèfle blanc nain a les feuilles de petite taille. Le trèfle blanc nommé (*hollandicum*) est à la fois plus haut et plus large. Enfin, le trèfle blanc de type (*Ladino*) originaire d'Italie, a les feuilles presque aussi grandes que celles du trèfle violet. Parce que le trèfle blanc aime la chaleur et la lumière, sa pousse de printemps est plutôt tardive. Il s'adapte à tout les sols à condition qu'ils ne soient pas trop acides (pH inférieur à 6) ni trop humides et qu'ils soient bien pourvus en phosphore et surtout en potasse. Son faible enracinement ne lui permet pas de pousser en cas de sécheresse mais il y résiste bien par contre, il produit beaucoup en été s'il ne manque pas d'eau. Lorsqu'il est pâturé ou fauché, seules les feuilles sont récoltées. Les tiges rampantes restent intactes, et les réserves de la plante sont donc vite reconstituées. Cette caractéristique fait du trèfle blanc une plante fourragère parfaitement adaptée au pâturages ras et fréquents (aujardin.info 2020).



**Figure 1: trèfle blanc *trifolium repens***

(<http://aujardin.info>)

Règne.....*Plantae*.

Sous-règne.....*tracheobionta*.

Division.....*Magnoliophyta*.

Classe.....*Magnoliopsida*.

Sous-classe.....*Rosidae*

Ordre.....*Fabales*

Famille.....*Fabaceae*.

Genre.....*Trifolium*.

Espèce.....*Trifolium repens*.

Les trèfles sont des plantes herbacées de la famille des *fabacées* (légumineuses), appartenant au genre *trifolium*.

Ils sont caractérisés par leurs feuilles composées à trois folioles et leurs capacité à fixer l'azote atmosphérique grâce à des bactéries symbiotiques hébergées dans leurs racines. Leur richesse en protéines en fait des plantes de valeur dans les prairies destinées à l'alimentation des ruminants.

### **Description et classification botanique**

- **Trèfle violet (*Trifolium pratense*)**

le trèfle violet, appelé aussi trèfle des prés, est une espèce de plantes dicotylédones de la famille des *Fabaceae*, sous-famille des *Faboideae*, ordinaire d'Eurasie et d'Afrique du Nord. Il est utilisé comme fourrage pour les ruminants. Bien complétement par les céréales, il permet une augmentation du taux protéique en production laitière. L'introduction de trèfle violet dans la ration en bovin viande permet d'obtenir des carcasses moins grasses. Ce sont des plantes herbacées vivaces pouvant atteindre 80 cm de haut, largement cultivées comme plante fourragère dans les régions tempérées des différents continents. Cette espèce botanique est à l'origine des nombreuses variétés fourragères de trèfle violet cultivé (wiki.tripleperformance).



**Figure 2: coupe longitudinale tréfle violet *Trifolium pratense***  
( <https://jardinare.lemonde.fr>) (<https://wiki.tripleperformance.fr/>)

Règne.....*Plantae*.

Sous-règne.....*Tracheobionta*.

Division.....*Spermatophyta*.

Classe.....*Angiospermae*.

Sous-classe.....*Dicotyledonae*.

Ordre.....*Fabales*.

Famille.....*Papilionaceae*.

Genre.....*Trifolium*.

Espèce.....*Trifolium pratense*.

### Description et classification botanique

- **La luzerne** (*Medicago sativa*) :

La luzerne ou luzerne cultivée (*Medicago sativa*), «reine des plants fourragères », parfois appelée grand trèfle est une espèce de plantes dicotylédones de la famille de *fabaceae*, sous-famille des *Faboideae*, originaire des région tempérées du Proche-Orient et de l'Asie centrale. Ce sont des plantes herbacées vivaces, largement cultivées comme plantes fourragères pour leur productivité, leur grande résistance à la sècheresse et leur richesse en protéine, en vitamines et en sels minéraux. L'espèce a été introduite par la culture dans toutes les régions tempérées du monde notamment dans toute l'Europe, en Afrique du Nord et du sud, en Amérique du Nord et du sud et Australie et Nouvelle-Zélande et en Asie de l'Est. (L'équipe passeportsanté. Janvier 2012)



**Figure 3: le luzerne *Medicago sativa* wikipédia**

([http:// :fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org)).

Règne.....*Plantae*.  
Sous-règne.....*Tracheobionta*.  
Division.....*Magnoliophyta*.  
Classe.....*Magnoliopsida*.  
Sous-classe.....*Rosidae*.  
Ordre.....*Fabales*.  
Famille.....*Fabaceae*.  
Sous-famille.....*Faboideae*.  
Tribu.....*Trifolieae*.  
Genre.....*Medicago*.  
Espèce.....*Medicago sativa*.

La Luzerne est la plante fourragère la plus riche en protéine. Une luzernière qui produit 15 tonnes de matière sèche à l'hectare fournit 2,6 tonnes de protéine. Par comparaison, un soja produisant 35 quintaux/hectare n'est fournit que 1,4 tonne.(L'équipe passeport santé ,2012)

Une plante bénéfique pour le sol comme toute légumineuse la luzerne puise l'azote directement dans l'air et le fixe dans les nodosités de sa racine sans risque de lessivage d'azote. Non seulement elle permet d'économiser l'azote, mais encore elle en restitue à la culture suivante (40 à 60 unité). Les céréaliers le savent bien, la luzerne est un des meilleurs précédents culturaux qui soit.(L'équipe passeportsanté, 2012)

### Description et classification botanique

- **Le sainfoin (*Onobrychis sp*)**

*Onobrychis sp* ; les sainfoins, est un genre de plantes dicotylédones de la famille des *Fabaceae*, sous-famille des *Faboideae*, originaire des régions tempérées et tempérées chaudes herbacées, annuelles ou vivaces, dans quelques espèces, principalement *Onobrychis vicifolia*, sont cultivées comme plantes fourragères. On appelle aussi en Français « sainfoin » des espèces de plantes de genre *Hedysarum* comme la sainfoin de Boutigny (*Hedysarum boutignyanum*), le

sainfoin d'Espagne (*Hedysarum coronarium*) ou le sainfoin d'Italie (*Hedycoronarium*).  
(<http://.wikipédia.org>)



**Figure 4: *Onobrychis* sp, les sainfoins**

(<http://www.apiculture.net>).

Règne.....*Plantae*

Sous-règne.....*Tracheobionta*.

Division.....*Magnoliophyta*.

Classe.....*Magnoliopsida*.

Sous-classe.....*Rosidae*.

Ordre.....*Fabales*.

Famille.....*Fabaceae*.

Sous-famille.....*Faboideae*.

Tribu.....*Hedysreae*.

Genre.....*Onobrychis*.

Espèce.....*Onobrychis viciifolia*.

C'est une légumineuse vivace à racine pivotante profonde. La plante mesure 50 à 60 cm de hauteur et porte des grappes de fleurs striées de rouge et de blanc. Il existe 2 grands types cultivés.

- Le sainfoin commun ou simple, qui ne fleurit qu'une fois dans l'année. Il ne donne qu'une première coupe de fourrage et regain, après il dure 3 ans au moins. On le réserve aux zones sèches ou en altitude, principalement pour le pâturage.
- Le sainfoin remontant ou double, qui fournit 2 à 3 coupes par an. Plus productif que le type simple, il est aussi moins pérenne. A l'avenir, de nouvelles variétés à plusieurs coupes, fruits de la sélection, sont attendues.(Michel Straebler.2021).

### I.2.2. Légumineuses alimentaires :

On distingue les légumes secs ou légumineuses et les légumes verts. Les légumineuses sont des plantes dont les fruits sont contenus dans des gousses. Elles peuvent être considérées comme des féculents car elles sont riches en amidon., le glucide des végétaux. En effet, un féculent est un fruit ou un légume riche en amidon. Elles appartiennent à la famille des Fabacées, dans laquelle on retrouve le haricot, le lupin, le pois, la lentille, l'arachide... c'est une famille très diversifiée, qui comprend environ 765 genres et 19.500 espèces.

- **Les lentilles** (*lens culinaris*) sont assez digestes comparées à d'autres légumineuses et sont riches en fer. En Inde,elles font partie, avec le riz, de l'alimentation de base.
- **Les pois** (cassés ou petits) sont très répandus dans les zones tempérées. Les pois cassés sont des petits pois faits qui ont été séchés. Ils sont appréciés frais ou en purée et soupe. Ils contiennent 22% de protéine.
- **Les fèves** sont cultivées en région méditerranéenne et dans le sud ouest de l'Asie. Elles sont plus caloriques sèches que fraîches, elles contiennent des protéines, des fibres, des vitamines (B et C), du fer, du potassium et du magnésium. Elles peuvent être consommées en salade.
- **Les haricots** (*Phaseolus vulgaris*) sont très répandus en France avec de nombreuses variétés répertoriées : haricot de Soissons, mogette de Vendée, coco, haricot rose, noir ou rouge.... Ils contiennent entre 16 et 25% de protéines et sont riches en fer, manganèse, cuivre et folate (vitamine B9).
- **Les pois chiches** est originaire du bassin méditerranéen ou il est largement consommés sous de nombreuses formes, ils sont riches en glucides facilement assimilables, en protéines, en manganèses, cuivre et folate.

On peut aussi citer : les haricots mungo (germés, ils donnent les pousses de « soja », le lupin, le soja dont on fait de nombreuses préparations.(<http://sante.lefigaro.fr>).

### I.2.2.1 Classification des légumineuses famille des fabacées :

C'est la famille végétale qui fournit le plus grand nombre d'espèces utiles à l'homme, qu'elles soient alimentaires, industrielles ou médicinales.

A partir du début du 19<sup>ème</sup> siècle, les botanistes distinguèrent dans la famille des légumineuses, 3 sous-familles : papilionacées (fleurs irrégulières, exemple : haricot), Césalpiniées (exemple : arbre de judée) et mimosées.

Avec 18.000 variétés classées en environ 650 genres, les légumineuses forment une des plus grandes familles de plantes à fleurs. Elles représentent environ un douzième de toutes les plantes à fleurs connues.

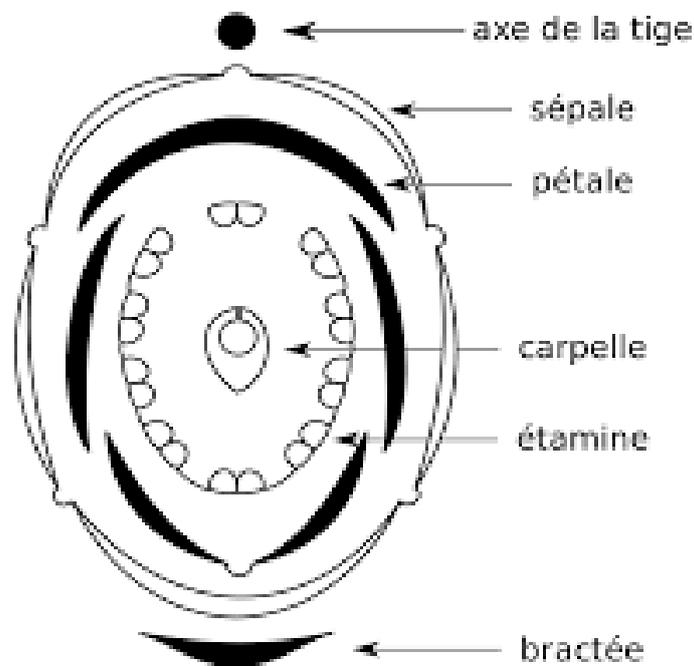


Figure 5: diagramme florale fleur zygomorphe

(<http://fr.m.wikipedia.org/>)

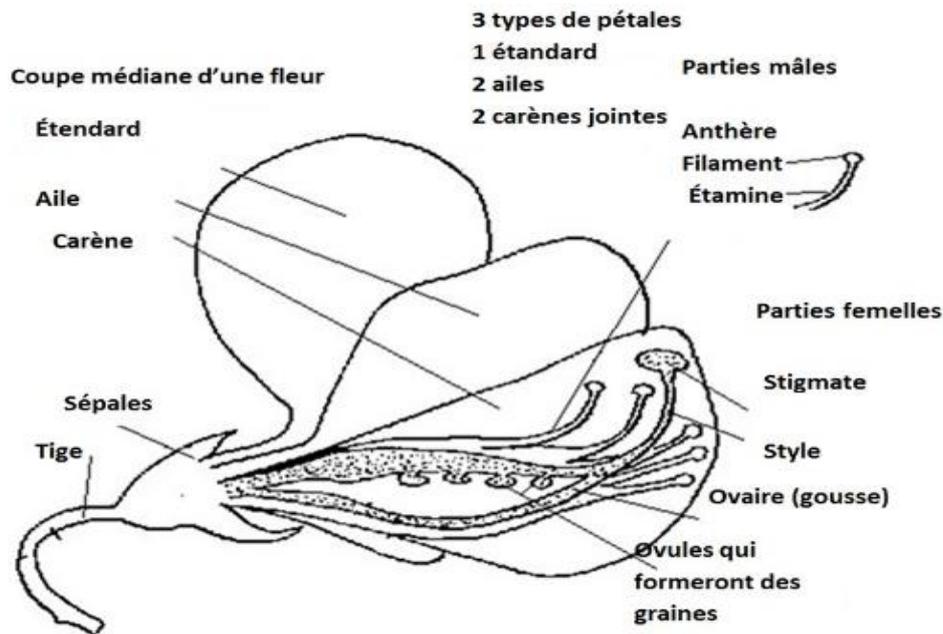


Figure 6: Schéma d'une fleur de papilionacée avec ses éléments morphologiques; vue latérale

(Dictionnaire de l'Académie française, huitième édition, 1932-1935).

### I.2.2.2. Les légumineuses alimentaires communes :

#### Description et classification botanique

- **Haricot** (*Phaseolus vulgaris* L) :

L'haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L), est une légumineuse alimentaire appartenant à la famille des fabaceae, à nombre chromosomique ( $2n = 2x = 22$ ), originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du sud (Geps, 1990 ;Brigide et al, 2014). Elle joue un rôle important dans l'alimentation humaine et dans la fixation biologique de l'azote et l'améliorer des conditions du sol (Doré et Variqueux, 2006).

Le haricot commun est une plante de la famille des *Fabacées*, il été reconnu pour la première fois sous le nom *Smilax hortensis*, en 1542, par le botaniste allemand Leonhard Fuchs (1501 – 1566). En 1753, Linné (1707 – 1778), a proposé le nom Binominale *Phaseolus vulgaris* pour désigner cette espèce et il a classé d'autre haricots moins bien connus à l'époque dans le genre *Phaseolus*.



**Figure 7: Haricot (*Phaseolus vulgaris* L)**

(<http://fr.wikipedia.org/>).

Règne.....*Plantae*.  
Sous-règne.....*Tracheobionta*.  
Division.....*Magnoliophyta*.  
Classe.....*Magnoliopsida*.  
Sous-classe.....*Rosidae*.  
Ordre.....*Fabales*.  
Famille.....*Fabaceae*.  
Genre.....*Phaseolus*.  
Espèce.....*Phaseolus vulgaris*.

**Description et classification botanique :**

- **Le pois chiche** (*Cicer arietinum* L).

Est la seule espèce cultivée du genre *Cicer* L. (Tocker et al, 2014) ; avec un nombre de chromosomes déterminé comme  $2n = 2x = 16$  (Winter, 2003), le pois chiche occupe la seconde place avec une superficie de 11,2 millions d'hectares et une production annuelle estimée à 9,2 millions de tonnes et un rendement moyen de 820 kg/ha. Il possède un rôle important dans l'alimentation humaine. Il est classé en 14ème position en ce qui concerne la superficie qu'il occupe et vient en 16ème position dans la production mondiale. La majeure partie des superficies cultivées de cette espèce est concentrée à l'Ouest du pays. Cette espèce est cultivée sur une superficie annuelle moyenne de 33000 hectares soit 36.78% de la superficie des légumineuses à graines. La production, est caractérisée par des fluctuations interannuelles, de l'ordre de 351000 quintaux avec un rendement moyen de 10 q/ha (M. A. D. R. In : Rahmani 2018). Pour combler le déficit de la production en pois chiche et de satisfaire les besoins de la population Algérienne, le gouvernement a fait recours à des importations massives, de l'ordre de 66000 tonnes en 2011 (Anonyme 2013).



**Figure 8: Le pois chiche**

( *Cicer arietinum* L.)( <https://jardinage.lemonde.fr/>)

Régne..... Plantae

Sous-règne.....Tracheobionta

Division.....Magnoliophyta

Classe.....*Magnoliopsida*  
 Sous-classe.....*Rosidae*.  
 l'ordre.....*Rosales*  
 Famille.....*Fabacées*  
 Genre .....*Cicer*  
 Espèce.....*Cicer arietinum L.*

### Description et classification botanique

#### ▪ Lentille ( *Lens culinaris* ) :

La lentille est l'une des plus anciennes plantes cultivées par l'homme. Elle est également le plus riche en protéines après le soja, (Sheriff et Bouziane, 2018) avec un nombre de chromosomes  $2n = 2x = 14$  (Hammouda et Khalfallah, 2015).

La lentille cultivée (*Lens culinaires Medik.*) est une légumineuse importante et populaire utilisée principalement pour l'alimentation humaine. La paille peut également être utilisée comme aliment de qualité supérieure pour le bétail ou en tant que source de matières organiques pour l'amélioration des sols.

Le genre *Lens* comprend six espèces originaires de la Méditerranée de l'Ouest, de l'Inde et de l'Afrique, parmi lesquelles l'espèce *Lens culinaires* qui est l'une des plus anciennes plantes vivrières. Le nom scientifique de la lentille lui a été attribué en 1787 par le botaniste Allemand Medikus (Cubero ,1981). Dans l'antiquité, la lentille faisait régulièrement partie de l'alimentation des Grecs, des Juifs et des Romains et c'était le plat de subsistance des pauvres en Egypte. Elle a été associée à de nombreuses légendes, contes et coutumes. Les plus anciens emprunts archéologiques de la lentille étaient retrouvés en Grèce datées de 11000 ans avant J. C, ainsi qu'en Syrie, datées de 8500 avant J. C., mais on ne savait pas bien s'il s'agissait de plantes sauvages ou cultivées. Ce n'est qu'à partir du 5ème millénaire avant J. C., que l'on trouve des graines identifiées sans conteste comme domestiques (Yunnus et Jackson,2015).

L'espèce *Lens culinaris* (lentille cultivée) appartient au genre *Lens*, classé dans la tribu des *Viciae*. Lors d'une révision récente du genre *Lens* (Brink et Belay, 2006a ; Brink et Belay . 2006b).



**Figure 9: Lentille *Lens culinaris***

( <https://www.jardiner-malin.fr/>)

*Régne*.....*Plantae*  
*Sous règne*.....*Tracheobionta*  
*Division*.....*Magnoliophyta*  
*Classe*.....*Magnoliopsida*  
*Sous classe*.....*Rosidae*  
*Ordre*.....*Fabales*  
*Famille*.....*Fabaceae*  
*Genre*.....*Lens*  
*Espèce*.....*Lens culinaris Med*

### **I.3. L'intérêt des légumineuses :**

Résident dans la présence en grandes quantités de protéines végétales, des fibres, de minéraux et vitamines et dans la pauvreté en lipides. Etant donné que les protéines végétales (à l'exception du soja) sont souvent carencées en acides aminés, il est important d'associer, au cours de la journée, des céréales et des légumineuses afin que tous les acides aminés essentiels soient réunis. En effet il suffit qu'un seul acide aminé fasse défaut pour que l'utilisation de la protéine soit compromise.

Les légumineuses, comme les fèves, les pois et les lentilles, sont riches en lysine, un acide aminé absent dans les céréales qui apportent quant à elles, la méthionine. Ainsi, en associant les deux, on dispose de tous les acides aminés indispensables.

Voici quelques exemples de combinaisons judicieuses :

- Légumineuses + produits céréaliers
- Légumineuses + noix ou graines

Ainsi, il est intéressant d’associer haricots rouges et maïs, riz et lentilles, blé et pois chiches, fèves et blé, haricot et pâtes. Ainsi, un plat préparé grâce à cette association est un plat complet où il n'est pas recommandé d'ajouter des protéines animales.

D’autre part, l'absorption du fer contenu dans les légumineuses est facilitée si on consomme un aliment riche en vitamine C (brocoli, persil, tomate, poivron) et si on évite les aliments qui capturent de fer, appelés chélateurs de fer (thé).

Enfin, il a été montré que les fibres contenues dans les légumineuses ont un impact sur le cancer colorectal en réduisant son risque d’apparition de 38 %<sup>1</sup>.

(Dagfinn Aune, Doris S M Chan, Rosa Lau, Rui Vieira, Darren C Greenwood, Ellen Kampman, Teresa Norat, Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2011; 343 doi: 10.1136/bmj.d6617).

**Tableau 2: Légumineuses alimentaires cultivées en Algérie leur importance en superficie, production et rendement**

(moyenne 1993 \_2002)

Cultures	Superficie		Production		Rendement (qx /Ha)
	Hectares	%	Quintaux	(%)	
<b>Fève/féverole</b>	40299	48.96	207042	50.27	5,13
<b>Pois chiche</b>	30487	37.04	161799	39,28	5,30
<b>Pois-sec</b>	8627	10,48	29793	7,23	3,45
<b>Lentilles</b>	1271	1,54	5021	1,22	3,95
<b>Haricot sec</b>	1240	1,50	6480	1,57	5,22
<b>Gesse</b>	377	0,46	1732	0,42	4.59
<b>Total</b>	82301	100	411867	100	5,00

(M .A : Ministère de l’Agricultural. 993-2002)

**Tableau 3: Composition chimique des grains de légumineuses et du grain de blé**

(pour 100 g de MS)

Espèces	Fève	Lentille	Pois chiche	Pois	Blé
<b>Calories (gr)</b>	343	346	358	330	370
<b>Protéines (gr)</b>	23.4	24.2	20.1	22.20	13,0
<b>Matière grasse (gr)</b>	2,0	1.8	4.5	1.4	2,0
<b>Glucides (gr)</b>	60.2	60.8	61.5	60.1	68,0
<b>Cellulose (gr)</b>	7.8	3.1	2.5	2.7	2.5
<b>Calcium (mg)</b>	90,0	56,0	149	70,0	60,0
<b>Fer (mg)</b>	3.6	6.1	7.00	4.3	1,0
<b>Thiamine (mg)</b>	0.54	0.5	0.4	0.72	0.13
<b>Riboflavine (mg)</b>	0.29	0.21	0.18	0.15	0.04
<b>Vit c (mg)</b>	4,0	3,0	5,0	4,0	—

(AYKROYD et DOUGHTY, 1982)

Les légumineuses sont représentées par environ 13000 espèces réparties dans le monde.

Malgré ce grand nombre, seules 12000 espèces ont un intérêt économique (AYKROYD et DOUGHTY, 1964). La famille des *Papilionacées* est la plus représentée (environ 10000 espèces) et exploitée par l'homme.

D'un point de vue alimentaire, il est d'usage de distinguer les légumineuses fourragères cultivées essentiellement pour leur production de matières vertes (Luzerne, trèfle) et celles alimentaires exploitées principalement pour leur graines riches en protéines (fèves, féverole, pois, haricot, lentille et pois chiche).

En Algérie, les légumineuses alimentaires (légumes secs), font partie du paysage agricole depuis des millénaires. Ces cultures sont utilisées dans la rotation avec les céréales car enrichissent le sol en azote. Les légumes secs sont aussi cultivées (tableau 02) parce qu'ils constituent une importante source protéique susceptible de remplacer les protéines animales difficilement accessibles pour une large couche de la population. Ils sont aussi calorifiques et riches en glucides que le blé (tableau n°03).

La place des légumineuses alimentaires dans le système agraire n'a pas toujours été importante (tableau n°02). Leur superficie totale entre 1993-2002 avoisine 82301 hectares. Les espèces les plus cultivées sont dans l'ordre d'importance : la fève et féverole, le pois chiche et le pois sec. Les rendements moyens enregistrés pour ces trois espèces sont très bas, de l'ordre de 3 à 5 qx /ha entre 1993 et 2002 (tableau n° 02). (MELAKHESSOU Zohra 2007). Etude de la

nuisibilité directe des adventices sur la culture de pois- chiche d'hiver (*Cicer arietinum* L) variété ILC 3279, cas de (*Sinapis arvensis* L).

### I.3.1. Importance des légumineuses dans le système de culture

Utilités en rotation ou en association dans les systèmes de culture, les légumineuses apportent une certaine contribution en azote en fixant et en intégrant une partie de l'azote atmosphérique. Les résidus des légumineuses sont plus riches en azote et contribuent à enrichir le sol en cet élément. Les cultures succédant aux légumineuses peuvent aussi bénéficier indirectement de l'azote fixé par l'entremise des résidus laissés par la légumineuse (Chalck 1998).

Il est maintenant bien établi que les précédentes légumineuses augmentent généralement les rendements des cultures non fixatrices d'azote mais cet apport d'azote atmosphérique n'explique pas toujours les rendements souvent très élevés des cultures succédant aux légumineuses. D'autres effets bénéfiques des légumineuses semblent intervenir dans l'accroissement des rendements et certains auteurs comme préfèrent le terme « effet rotation » pour désigner cet effet positif des légumineuses sur la culture suivante (Chalck,1998). Certains auteurs attribuent l'effet bénéfique des rotations à l'amélioration des propriétés physiques et biologiques des sols et à la capacité de quelques légumineuses à solubiliser des phosphates de calcium et le phosphore par leurs exsudats racinaires.

Certains auteurs attribuent l'effet bénéfique des rotations à l'amélioration des propriétés physiques et biologiques des sols et à la capacité de quelques légumineuses à solubiliser des phosphates de calcium et le phosphore par leurs exsudats racinaires. En Algérie, le pois chiche occupe une place importante dans le domaine agricole (FAQ,2016).

En surface cultivée, cette espèce occupe la deuxième place après la fève et la féverole. L'évolution de la culture de pois chiche au cours de ces dix dernières années mérite d'être étudiée et analysée. En effet, nous sommes passées de l'autosuffisance en pois chiche en 1975 à une dépendance quasi totale des importations durant ces dernières années. Plusieurs tentatives de relance de cette culture ont été réalisées, mais les résultats attendus étaient dans leurs majorités non satisfaisantes. Les conditions écologiques ont un effet déterminant sur l'évolution de cette culture, compte tenu de leur importante variation dans le temps et dans l'espace. Outre les conditions écologiques, la non maîtrise et le non-respect des techniques culturales

spécifiques aux variétés introduites, ne permettent pas à ces variétés de répondre aux attentes des agriculteurs (Abdelguerfi-Laouar et al., 2001).

Dans le cadre de l'amélioration génétique du pois chiche, seules quelques sélections ont été réalisées. Actuellement, compte tenu des progrès scientifiques (culture in vitro, biologie moléculaire, génie génétique...), la création de variétés adaptées à nos conditions écologiques et répondant à nos besoins culinaires serait beaucoup plus facile à atteindre. Pour de telles investigations, le matériel de base est le gène, de ce fait, les populations locales qui sont considérées, généralement, comme peu productives mais bien adaptées méritent d'être valorisées.

Aujourd'hui l'agriculture fait face à une tâche difficile d'assurer la sécurité alimentaire à la population humaine croissante de cette planète (FAO, 2009). Les légumes secs ont une importance stratégique dans l'alimentation parce qu'ils constituent une importante source protéique, mais seul 1/3 de la consommation est couverte par la production nationale (Bouزيد, 2017).

Les plantes de la famille des *Fabacées* sont de la même importance que celles de la famille des *Poacées*, non seulement pour leur contribution à l'alimentation humaine, mais aussi pour leur impact sur l'amélioration des pratiques agricoles dans toutes les régions du monde.(Bouزيد,2017)

### **I.3.2. Importance nutritionnelle des légumineuses :**

Les graines des légumineuses alimentaires sont petites mais riches en protéines, deux fois plus que dans le blé et trois fois plus que dans le riz. Contrairement aux sources alimentaires de protéines d'origine animale, les graines sèches des légumineuses ne contiennent pas de résidus d'hormones ou d'antibiotiques utilisés dans la production animale. Les légumineuses sont une excellente source de protéines de bonne qualité (20-45%) et sont riches en acides aminés essentiels notamment la lysine (Maphosa et Jideani, 2017). Elles sont, également, riches en glucides complexes, acide folique, fer, zinc, calcium, magnésium, potassium, vitamines B et d'autres oligo-éléments Les graines de légumineuses alimentaires en particulier le pois chiche, la lentille et les fèves contiennent une faible teneur en matières grasses mais sont riches en fibres. Les éléments minéraux que contiennent les graines de légumineuses sont essentiels à la croissance et au développement harmonieux de l'organisme .

### **I.3.3. Importance agronomique et environnementale des légumineuses :**

La principale caractéristique des légumineuses est leur capacité à fixer l'azote de l'air. En effet elles sont capables de développer une symbiose avec des bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique, les Rhizobiums. Cette propriété, originale dans le monde végétal, leur confère des avantages agronomiques qui prennent un relief particulier dans un contexte d'agriculture durable : économie d'engrais azotés, économie d'énergie fossile nécessaire pour produire, transporter et épandre ces engrais azotés. Et aussi une diminution des émissions de gaz à effet de serre, car la fertilisation azotée est à l'origine d'émissions dans l'atmosphère de protoxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), un gaz ayant un pouvoir de réchauffement climatique environ 300 fois plus élevé que le gaz carbonique (Mollier, 2014)

### **I.4. Les légumineuses et le changement climatique :**

De nombreux participants ont souligné le rôle important que peuvent jouer les légumineuses dans le contexte du changement climatique, en raison, notamment, de leur diversité génétique qui leur permet de s'adapter à des conditions changeantes de culture et leurs bienfaits pour la santé des sols. Les participants ont donné plusieurs exemples du développement de variétés adaptées aux variations du climat. Par exemple, l'Institut portugais de ressources génétiques et d'études de phytogénétique (INIAV) a produit plusieurs variétés qui s'adaptent très bien à différentes conditions climatiques, dont cinq variétés pour le pois chiche, deux pour le pois, une pour la fève, une pour les lentilles, une pour le niébé, et une pour le lupin blanc (Corinna Carranca). En Iran, une nouvelle variété de pois chiches tolérante à la sécheresse appelée « Sameen » et une autre variété tolérante au stress lié au froid appelée « Saral », entre autres, ont été introduites (Seyyed Hossain Sabbaghpour). En outre, Robynne Anderson a cité plusieurs études sur la tolérance à la sécheresse (qui ont été incluses dans la liste de ressources) (Dhanya p,2015 ) notamment sur les effets de la sécheresse et de l'utilisation de l'eau dans le cas des légumineuses:

- Une méta analyse de Daryanto, Wang et Jacinthe (2015) a étudié les effets de la sécheresse sur le rendement des légumineuses:

- La disponibilité d'eau et les rendements présentent des corrélations positives mais l'impact en termes de rendement varie selon l'espèce de légumineuses et l'état phénologique de celles-ci durant la sécheresse.

– Les lentilles, les arachides et les pois cajan affichent une réduction moindre des rendements sous l'effet de la sécheresse que d'autres légumineuses comme le niébé et le haricot velouté.

– L'adaptabilité d'une espèce à la sécheresse ne correspond pas toujours à ses origines d'une zone aride.

– La plasticité phénologique pourrait constituer une caractéristique importante pour sélectionner les espèces résistantes à la sécheresse, étant donné les schémas de pluviosité irrégulière et l'impact important de la sécheresse observé durant l'étape de reproduction.

Une étude de Cutforth et coll. (2009) s'est penchée sur la tolérance à la sécheresse des pois, du pois chiche, du canola, de la moutarde et du blé au Saskatchewan, Canada.

– Par rapport au blé, le canola et la moutarde, les pois et les pois chiches ont fait preuve d'une meilleure capacité d'adaptation au stress hydrique modéré à sévère.

– Les légumineuses préservent une bonne turgescence et une activité métabolique dans une vaste gamme de contextes hydriques.

• La recherche d'Angadi et coll. (2008) a également été effectuée au Saskatchewan pour analyser l'utilisation de l'eau de trois légumineuses (pois chiches, lentilles et pois), ainsi que du canola, de la moutarde du blé:

– Comparé à la forte consommation d'eau du blé, du canola et de la moutarde, le pois chiche et les lentilles requièrent une quantité moyenne d'eau et les pois sont très économes en eau.

– Les pois et le blé sont les légumineuses qui produisent la majeure partie de la biomasse des céréales et qui présentent la plus grande efficacité en termes d'utilisation de l'eau.

– Les pois chiche et les lentilles enregistrent de bons rendements céréaliers dans des conditions sèches et obtiennent de meilleurs résultats que les autres cultures dans ce contexte de stress lié à la sécheresse.

– Les légumineuses, en particulier les pois, sont parfaitement adaptées aux zones les plus sèches des prairies semi arides. (Dhanya, P & Ramachandran, A 2015)

## **I.5. différentes utilisations des légumineuses et sécurité alimentaire :**

### **I.5.1. Utilisation dans l'alimentation animale :**

Actuellement, la moitié de la production en légumineuses est destinée à l'alimentation animale. Cette utilisation concerne principalement certaines légumineuses à graines, comme le soja ou la féverole, ainsi que les légumineuses fourragères comme le trèfle. Ces derniers servent de compléments alimentaires par leurs apports protéiques qu'on peut retrouver dans les tourteaux. Les deux tiers de la production en protéines végétales sont à destination de l'alimentation animale (Monnoyer-Smith et al., 2015), mais la quantité cultivée est minoritaire par rapport aux fortes importations. Par contre l'ensemble du soja en consommation en Algérie est actuellement importé de l'étranger. A l'exception de certains tests, effectués à titre expérimental, pour le cultiver dans le but de l'alimentation du bétail, le reste vient droit d'outre-mer. D'où la dépendance de notre pays à 100% de la production étrangère. Sinon, pour le soja destiné à la consommation animale, les essais avaient commencé à El Ménéa (Sud d'Algérie).

Le soja est une graine avec un fort taux protéique (jusqu'à 30 %), ce qui explique qu'il soit parmi les légumineuses majoritairement consommées dans les élevages. Le petit pois est également apprécié par les éleveurs, particulièrement dans les élevages porcins, pour sa forte teneur en protéines et sa faible activité antitryptique. On prend un exemple sur la situation du pois chiche dans la région de Bejaia, Le pois chiche occupe la deuxième place parmi les légumineuses alimentaires après la fève et la féverole pour lesquelles d'importantes superficies sont réservées. La culture de pois est presque absente dans les zones littorales à cause de l'humidité du climat qui favorise les maladies cryptogamiques d'une part, et du choix des spéculations les plus rentables pour les agriculteurs, d'autre part. Cependant, elle est pratiquée particulièrement dans les zones montagneuses (Amizour, Adekar, Kherrata...). La fève provenant en majorité du continent américain a une proportion en OGM très forte, à l'instar du soja. Les OGM sont fortement utilisés dans la filière alimentation animale, celle-ci étant soumise à une réglementation moins stricte que l'alimentation humaine.(FAQ.2016).

### **I.5.2 Utilisation dans l'alimentation humaine :**

Dans l'alimentation humaine, les légumineuses sont plus discrètes et moins présentes que dans l'alimentation animale (Agreste, 2008). Les plus importantes espèces de légumineuses alimentaires rencontrées le plus fréquemment dans les plats Algériens sont le pois chiche, le haricot sec, la lentille et la fève. L'utilisation de ces espèces est différente selon les régions, et occupe dans certains cas des places différentes.

Malheureusement, il n'y a pas eu de travaux réalisés dans ce sens illustrant ces différences, mais il apparaît, d'une manière générale, que le haricot, la fève, et la lentille sont des espèces généralement de base (c'est la première matière du plat) qui font l'objet de plats en nombre limités, contrairement au pois chiche qui, le plus souvent, se rencontre dans différents types de plats locaux et de grande importance.

### **I.6. espèces de légumineuses et variabilité génétique utilisée :**

Les légumineuses à graines ont été parmi les premières espèces domestiquées dans le croissant fertile. On retrouve encore certains restes archéologiques vieux de 12 000 ans. La Rome antique a laissé dans ses écrits des témoignages de l'utilisation de fèves, lentille et pois dans les régimes alimentaires, l'eau de trempage des graines étant exploitée pour ses vertus thérapeutiques du fait de sa richesse en alcaloïdes.( Russel, N. 2015).

En fourragère, la luzerne a été introduite en Europe par les conquérants arabes qui l'utilisaient comme fourrage pour les chevaux.

Sur le plan botanique, la tribu des *Vicieae* (pois, fèves, lentilles, vesces, gesses), des *Trifoloeae* (luzernes, trèfles, mélilots), des *Cicereae* (pois chiche), sont proches et fréquemment originaires du croissant fertile. En revanche, les espèces de la tribu des *Phaseoleae* sont originaires de Chine (soja) ou d'Amérique (haricots), celles de la tribu des *Vigna* originaire d'Afrique et d'Asie, et le lupin changeant d'Amérique latine (issu d'un large continuum d'espèces réparties de l'Alaska à la Terre de Feu).(JB Pierre.2008 ).

# **Chapitre II**

## **Rhizosphère et Nodosités**

### **Fixation symbiotique d'azote**

**II.1. Les effets des légumineuses sur l'environnement :**

En 2009, une équipe internationale de chercheurs identifiait neuf “planetary boundaries” (Steffen et al., 2015) à ne pas dépasser si l'on souhaitait continuer à développer l'humanité dans un écosystème sûr (sans modifications environnementales brutales, catastrophiques et non prévisibles). Selon eux, aujourd'hui, sur ces 9 limites, 3 ont d'ores et déjà été atteintes : le changement climatique, l'érosion de la biodiversité ainsi que la perturbation des cycles biochimiques de l'azote et du phosphore. Dans ce contexte incertain, les légumineuses, par leur mode de fonctionnement, peuvent participer à contrer ces problèmes. En effet, au niveau de l'agriculture, elles sont une alternative à l'utilisation d'engrais de synthèse ou organiques, ce qui apporte une amélioration du bilan carbone et azoté de la parcelle (Monnoyer-Smith et al., 2015). Ces cultures possèdent en effet la capacité de capter l'azote atmosphérique, puis de l'intégrer par fixation symbiotique au niveau de leur système racinaire. Au moment de la récolte, les résidus laissés sur place restituent l'azote ainsi stocké qui servira de fertilisant pour la culture suivante. Cet apport en azote permet de limiter l'apport en fertilisants azotés et autres intrants générateurs de GES (Gaz à Effet de Serre). Ce mode de fonctionnement présente d'autres avantages. En effet, la lixiviation de l'azote est limitée, permettant d'éviter la pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau. De même, les réductions d'émissions de N<sub>2</sub>O et NH<sub>3</sub> liées à la fixation de l'azote par la plante protègent la qualité de l'air. Ces différents éléments participent à une bonne gestion de l'environnement et à la limitation du changement climatique. (Monnoyer-Smith et al., 2015)

Concernant le maintien de la biodiversité, les légumineuses sont également intéressantes. En effet, au niveau du sol, elles permettent le développement d'une biomasse microbienne, d'une mésofaune et de lombrics. Mais elles impactent également la biodiversité aérienne en favorisant la diversification des cultures et ainsi en modifiant les rotations. Elles servent également de lieu de vie et de nourriture aux insectes pollinisateurs, tout en apportant une zone de refuge à la macrofaune, comme les Annélides et les carabes. Ces mécanismes sont, à l'heure actuelle, principalement utilisés par les cultures biologiques qui mettent à profit ces nombreux avantages.

## II.2. Nodosité :

### II.2.1. Définition des nodosités ;

Les nodosités ou nodules sont des organes végétaux que certaines plantes développent pour améliorer leur nutrition d'eau. Ces bactériocécidies se forment, sous l'action de bactéries symbiotiques fixatrices de l'azote atmosphérique, essentiellement sur les racines de nombreuses espèces de plantes (Fabacées appelées aussi Légumineuses, Ulmacées, Bétulacées, Casuarinacées, Eléagnacées, Myricacées, Rosacées, etc.), mais aussi sur leurs tiges (Aeschynomene et Sesbania rostrata de la famille des Fabacées) ou sur leurs feuilles (quelques genres chez les *Rubiacees*, *Myrsinacées*, *Dioscoreacées*)

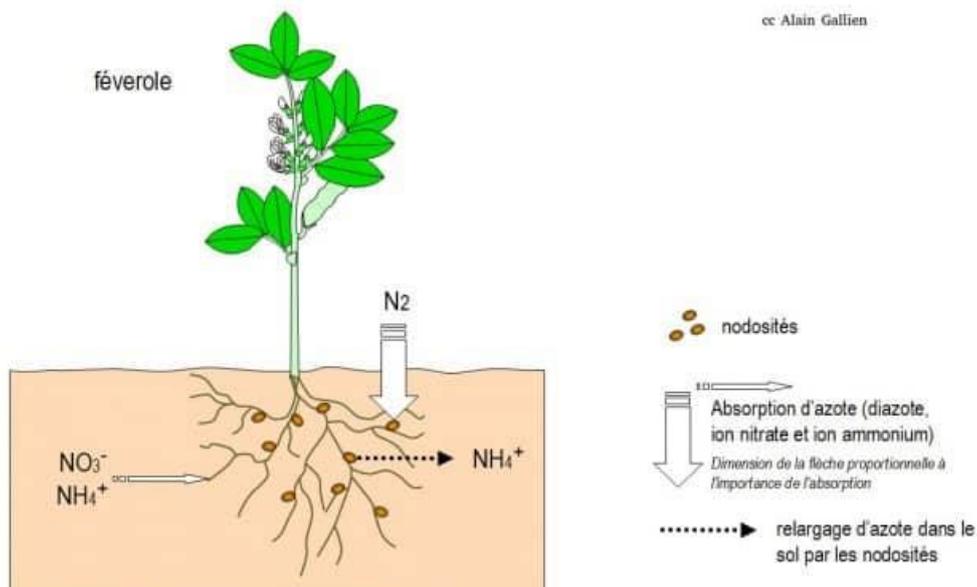


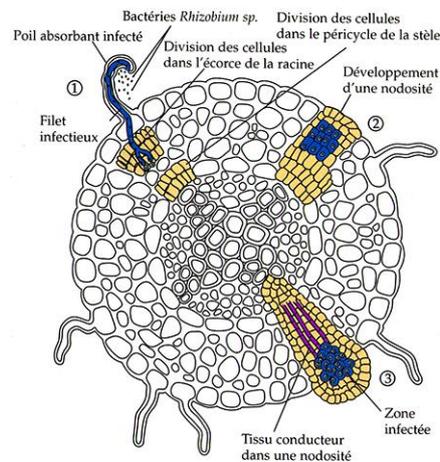
Figure 10: Nodosité fixation d'azote(<https://svtbelrose.info/>)



Figure 11: Nodosité les organes

([Nodosité : définition et explications \(aquaportail.com\)](http://www.aquaportail.com))

## II.2.2. Le rôle de nodosité :



**Figure 12: Schéma interprétatif de l'infection par le *Rhizobium* sur la coupe d'une racine de Fabacée, porteuse de nodosités**

(www.jpb-imagine.com)

Dans cette symbiose très spécialisée, la plante fournit les substances carbonées et les bactéries les substances azotées synthétisées à partir de l'azote atmosphérique.

Les bactéries du genre *Rhizobium* et *Bradyrhizobium* forment des symbiose Rhizobiennes. Les nodosités élaborées par l'actinomycète du genre *Frankia* sont appelées *Actinorhiziens*. (Tirichine L,2007)

Dans les nodosités, les bactéries symbiotiques sont capables, grâce à leur synthèse de l'enzyme nitrogénase dont les plantes eucaryotes sont dépourvues, de convertir l'azote atmosphérique ( $N_2$ ) en ammoniac ( $NH_3$ ) assimilable par la plante hôte alors que séparément ces organismes ne peuvent pas utiliser l'azote présent dans l'air (Giraud E,2007). L'ammoniac peut alors être utilisé pour produire des acides aminés (utilisés pour la synthèse de protéines), nucléotides (utilisés pour la synthèse d'ADN et ARN) et autres composés cellulaires essentiels à la plante. En échange de l'azote fixé par les bactéries, la plante colonisée fournit du malte provenant de sa photosynthèse, comme source de carbone qui servira au métabolisme du diazote en ammoniac. La couleur rouge typique des nodosités est due à la présence de leghémoglobine, une hémoprotéine fixatrice de dioxygène ( $O_2$ ) qui compose 40 % du contenu protéique de ces structures. Alors que les rhizobia sont sensibles à l'oxygène, elles en ont tout de même besoin pour obtenir l'ATP nécessaire à la fixation de l'azote. L'heghémoglobine permet cette diffusion d'oxygène sans qu'il soit libre dans les cellules et

donc toxique pour les bactéries. Des nodosités vertes sont signe d'un problème de symbiose et sont incapables de fixer l'azote. (Faucher C et al,1990)

La fixation de l'azote au niveau des nodosités est un service écologique utile en agriculture. Cela permet de réduire l'utilisation de fertilisant azoté et de réduire les coûts monétaires et environnementaux de la culture de légumineuses, en particulier le soya.

### II.3. L 'azote :

Est un facteur déterminant du rendement. En effet ; c'est principalement l'azote qui détermine le développement de la plante et des racines et qui stimule l'absorption optimale des autres éléments nutritifs du sol (Dayegamiye, 2007). Il est apporté par les déchets végétaux ou animaux et par les engrais (ammonitrate, urée...) (Chekhma et al., 2020).

#### II.3.1. Cycle de l'azote ;

L'atmosphère terrestre est composée à près de 80% de  $N_2$ . L'azote est un élément important dans la constitution de nombreuses molécules organiques (les acides aminés et protéines, en particulier (Zahran, 1999). Les plantes ne peuvent pas assimiler l'azote moléculaire (atmosphérique), ce dernier est assimilé par les racines sous forme de nitrates ( $NO_3^-$ ) ou, parfois, d'ions ammonium ( $NH_4^+$ ). Ces ions proviennent de la décomposition de la matière organique azotée dans le sol (Saoudi, 2007).

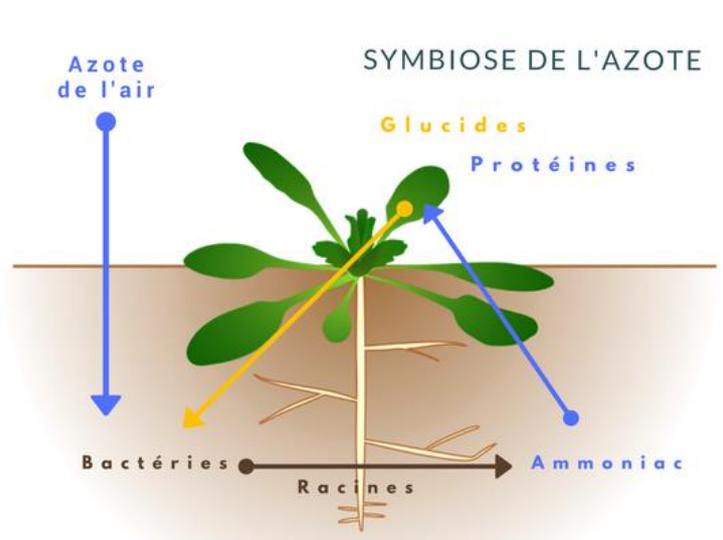


Figure 13: Cycle de fixation d'azote

(<https://www.jardiner-autrement.fr>).

La symbiose en jeu se fait avec des bactéries du sol, des rhizobiums. La plante fournit de l'énergie issue de la photosynthèse aux bactéries et le micro-organisme fournit de l'azote assimilable, sous forme  $\text{NH}_3$ , à partir du diazote  $\text{N}_2$  de l'air. Cette association est donc un enjeu primordial pour l'agriculture, car la capacité des légumineuses à mettre en place une symbiose pour capter l'azote de l'air permet d'enrichir et d'améliorer la fertilité des sols agricoles. Les multiples avantages qu'offrent les légumineuses leur accordent une place de choix dans nos rotations, amenées à se complexifier pour répondre nécessaire aux enjeux agronomiques. Néanmoins, la conduite des légumineuses dans la rotation nécessite une adaptation des stratégies de protection des cultures, ou encore de fertilisation. (Vallenet D et al, 2007)

Les bactéries responsables de la fixation de l'azote de l'air, sont directement présentes dans le sol. Cependant, l'inoculation du sol est dans certains cas, notamment :

- Lors de l'implantation d'une luzerne sur sol acide.
- Les parcelles n'ayant pas reçues de légumineuses depuis un certain temps. Ou encore lors de la première implantation du soja.

On estime que l'azote devient limitant dans le sol quand son stock atteint 50kg/ha. A ce seuil, la plante déclenche la symbiose et les nodosités se forment. Si le sol est pourvu en azote, la plante le prélèvera en priorité, car cette absorption lui demande moins d'énergie que la fixation symbiotique.

Pour mettre en place la symbiose, les légumineuses ont besoin de phosphore. Par la suite, pour faire vivre cette symbiose, il faut veiller à ce que la plante ait à sa disposition du potassium qui favorise la circulation de la sève dans la plante et donc les échanges avec les bactéries symbiotiques.

Cependant, le fonctionnement de la symbiose peut être réduit par différents facteurs :

- La salinité du milieu.
- L'acidité.
- La quantité de phosphore.
- Ou encore les carences en molybdène.

La relation symbiotique est donc sensible et le milieu joue un rôle important dans son bon déroulement. (Roche et al, 1990)

**II.3.2. Les légumineuses comme porte d'entrée de l'azote symbiotique dans les systèmes :**

Les cultures de légumineuse fournissent majoritairement des glucide (source d'énergie métabolique) et des protéines (source d'éléments constitutifs régulateurs) mais également une panoplie variée selon les espèces des autres éléments (lipides, fibres, éléments minéraux, vitamines) pour l'alimentation des hommes et des animaux. Outre leur rôle dans le cycle de l'azote, la production de légumineuses interagit avec d'autres cycles biogéochimiques comme ceux relatifs au phosphore ou aux xénobiotiques. La présence de légumineuses dans les systèmes de production agricoles concourt à l'augmentation de la diversité fonctionnelle des agroécosystèmes, ce qui est favorable à la biodiversité des paysages et territoires agricoles.

Elles contribuent ainsi à plusieurs titres à l'équilibre des systèmes agro écologiques.

Les légumineuses à graines représentent actuellement moins de 2 % des surfaces de grandes cultures alors que les autres continents en comptent 10 à 25 % (avec notamment soja, pois, haricot, arachide). Les surfaces de légumineuses fourragères en culture pure sont également limitées (1 % de la SAU), alors que leur utilisation en association avec des graminées tend à se généraliser dans les prairies temporaires. Cette régression des surfaces de légumineuses, ainsi que celle d'autres cultures mineures, sous le double effet du marché et de la réglementation, est-elle compatible avec l'objectif de durabilité des systèmes ?

L'azote est aussi un élément majeur des enjeux environnementaux. Trois sources sont à l'origine des composés azotés actifs sur la planète : la fixation symbiotique, la production industrielle d'engrais et les processus de combustion. L'encadré 6.1 illustre et quantifie le détail des flux concernés. Actuellement, l'azote présent dans les systèmes agricoles et issu de la fixation symbiotique ne représente que 50 millions de tonnes (Mt) dans le monde, 1 Mt dans l'EU-27 et 0,5. la fixation symbiotique ne suffisait plus (ni les ressources limitées d'azote fossile comme le guano), cette production exponentielle d'azote réactifs a généré un cumul d'effets environnementaux inattendus, notamment, l'une des principales régions productrices d'azote réactif. La particularité du procédé industriel est de fonctionner à très haute température et sous très hautes pressions pour rompre la triple liaison chimique associant les deux atomes de N de l'azote gazeux et pour permettre la réaction avec l'hydrogène. Ce processus, qui mobilise du gaz naturel comme source d'énergie et d'atomes d'hydrogène, est donc très énergivore puisqu'il faut 2 kg équivalent pétrole pour fixer 1 kg d'azote sous forme d'ammonitrate. En plus de la consommation accrue en énergie non renouvelable, cinq menaces

majeures pour la société ont été identifiées par le collectif de l'ENA (European Nitrogen Assessment) : qualité de l'eau, qualité de l'air, augmentation de l'effet de serre, écosystèmes et biodiversité (Sutton et al., 2011).

#### **II.4. Fixation biologique d'azote :**

L'azote et les flux azotés ne constituent pas le seul élément à considérer dans une réflexion sur la place des légumineuses dans la durabilité des systèmes de production agricoles et la durabilité des systèmes alimentaires. Il est essentiel de prendre en compte de façon holistique tous les éléments composant les systèmes considérés. Il est souvent entendu que la diversité des composantes d'un système de production en assure la résilience (capacité à retrouver sa forme initiale après une déformation) ou la robustesse (capacité à résister à la déformation) (étude Inra pour le CGSP : Inra, 2013). La présence et l'utilisation de légumineuses dans les systèmes agricoles peuvent être analysées à cette aune.

Les défis majeurs de la durabilité des systèmes de production agricoles et des systèmes agroalimentaires sont :

- La production de matières premières en quantité et qualité suffisantes pour assurer la performance économique et la satisfaction sociale des acteurs de la production et de la transformation, et pour répondre aux attentes des consommateurs ;
- L'efficacité énergétique et la réduction des émissions de gaz polluants
- La réduction des produits phytosanitaires et des pertes de phosphore et nitrates
- Le maintien de la biodiversité au sein des écosystèmes naturels et cultivés
- L'amélioration du bilan environnemental des industries de l'aval et de la sécurité des approvisionnements.

##### **II.4.1. Des plantes fixatrices de N<sub>2</sub> :**

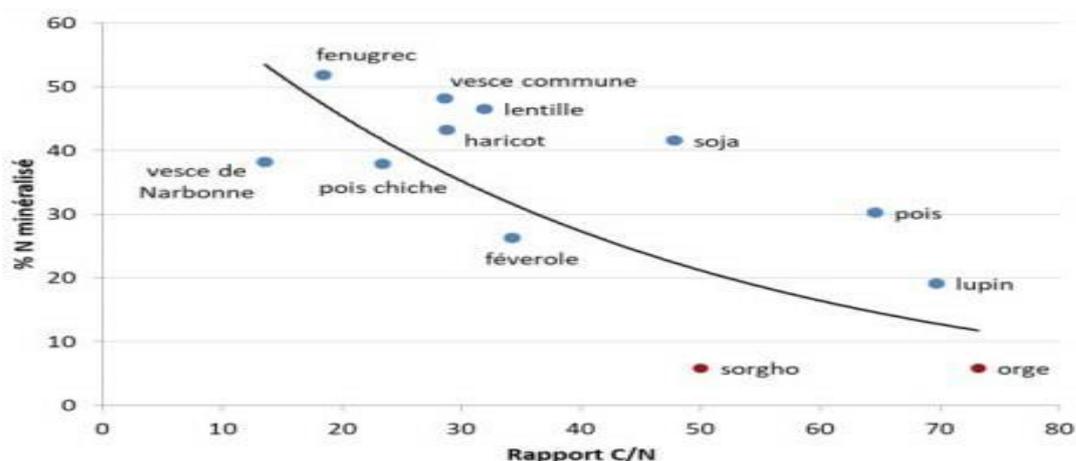
L'azote fixé par les légumineuses est puisé dans une ressource abondante : le substrat azoté N<sub>2</sub>. Cet azote, disponible dans l'air ambiant, est régénéré naturellement au cours du cycle de l'azote. Il est fixé par les plantes grâce à l'énergie renouvelable issue de la photosynthèse végétale, puis régénéré par d'autres réactions biologiques à d'autres étapes du cycle de l'azote. Néanmoins, la fixation d'azote atmosphérique a un coût en carbone à l'échelle de la plante. Les nodosités constituent en effet un puits majeur pour le carbone. Au sein des nodosités, le carbone est utilisé pour la production de substrats énergétiques et de squelettes carbonés impliqués dans la synthèse et la maintenance des tissus des nodosités, ainsi que pour leur activité fixatrice de

N<sub>2</sub> (incluant les réactions associées à la réduction de N<sub>2</sub> au sein des bactéroïdes, l'assimilation du NH<sub>3</sub> produit dans le cytoplasme de la cellule hôte et l'exportation de composés organiques azotés hors des nodosités). Les assimilats carbonés nécessaires sont fournis par la plante hôte et proviennent directement de la photosynthèse. Ces assimilats carbonés sont fournis aux nodosités aux dépens des autres organes, principalement les racines, et dans une moindre mesure également aux dépens des parties aériennes.

Quelles conséquences cela a-t-il sur la croissance de la plante ? Des calculs théoriques montrent que le coût en carbone associé à l'activité de fixation de N<sub>2</sub> est similaire au coût associé à l'assimilation du nitrate (Munier-Jolain et Salon, 2005 ; Andrews, 2009), et l'estimation souvent utilisée pour le coût de l'assimilation de l'azote (que ce soit à partir de N<sub>2</sub> ou de nitrate) est une valeur moyenne de 4,5 g de carbone par g d'azote (Vertregt, 1987). Le surcoût en carbone induit par une nutrition azotée reposant sur la fixation symbiotique est donc essentiellement lié à la formation des nodosités, organes « supplémentaires » hébergeant la symbiose (Voisin et al., 2003), ayant de surcroît des coûts de synthèse et de maintenance.

#### II.4.2. Le rapport C/N (carbone sur azote) :

Le rapport carbone sur azote du couvert est un indicateur de la capacité de ce même couvert à se décomposer plus ou moins rapidement. Plus le C/N est faible, plus l'azote sera restitué rapidement et en grande quantité.



**Figure 14: Relation entre le pourcentage d'azote minéralisé et le rapport C/N des résidus de cultures**

(Nicola dot et al. 2016)

La restitution de l'azote pour les cultures suivantes est dépendante des conditions pédoclimatiques et de la nature des résidus (notamment du rapport C/N). A titre d'exemple on

constate que plus le C/N est élevé plus le pourcentage d'azote minéralisé est faible. (Figure14) De plus, toutes les légumineuses ne se valent pas, le fenugrec a un pourcentage d'azote minéralisé supérieur au pois chiche pour un C/N semblable. (Nicola dot et al. 2016).

**Le Phosphate :**

Régule les fonctions vitales de la croissance végétale, nécessaire à l'efficacité de la fumure azotée ; participe dans la composition des nucléotides et coenzymes, il est assimilé par les racines sous une forme soluble dans la solution du sol. Or dans le réservoir sol, ces ions solubles sont rares, ils ne peuvent couvrir que 1 à 5 jour les besoins de croissance ; l'essentiel du phosphore prélevé est issu du déstagement de  $P_2O_5$  adsorbé sur la matière organique ou complexe argilo humique du sol ; les quantités contenues dans les résidus végétaux sont faibles (Zella, 2015). Le phosphore et le potassium se trouvent en réserve dans le sol en plus ou moins grande quantité. Il convient de restituer au sol ce que les plantes y puissent pour assurer leur croissance. Stratégies et mécanismes d'adaptation des légumineuses à la faible disponibilité des sols en phosphore.

Les légumineuses sont bien reconnues pour leur impact sur la durabilité des systèmes agricoles ainsi que pour leurs bienfaits nutritionnels et sanitaires. La faible disponibilité des sols en phosphore (P) est un facteur nutritionnel majeur limitant la production de légumineuses, en particulier dans les régions méditerranéennes et tropicales. La déficience en P limite la fixation de  $N_2$ , car elle a été décrite comme ayant un fort impact sur la croissance et la survie des rhizobia et de la plante hôte. Les légumineuses ont évolué des mécanismes complexes pour faire face à la limitation en P. Cette revue décrit les différents processus (modifications des racines, des anions organiques, des enzymes) qui peuvent affecter la biodisponibilité du P dans la rhizosphère. En réponse à la déficience en P, les plantes utilisent diverses stratégies adaptatives pour améliorer la disponibilité du P dans le sol et leur efficacité d'absorption, ce qui implique des modifications dans l'architecture des racines nodulées, l'acidification de la rhizosphère et l'induction de gènes impliqués dans l'efficacité d'utilisation du P, tels que les transporteurs de  $P_i$  à haute affinité et les enzymes phosphatases. Les réponses moléculaires, biochimiques, physiologiques et morphologiques sont déclenchées pour stimuler l'absorption de  $P_i$  dans le sol ou pour optimiser son efficacité d'utilisation et sa répartition intracellulaire sur tous les organes végétaux. Une compréhension holistique des mécanismes de la tolérance des légumineuses aux contraintes abiotiques sera précieuse pour les stratégies visant à améliorer l'agriculture durable dans un monde où la population augmente et les ressources renouvelables en déclin. (Mohamed LAZALI, Samira BRAHIMI, 15.2020)

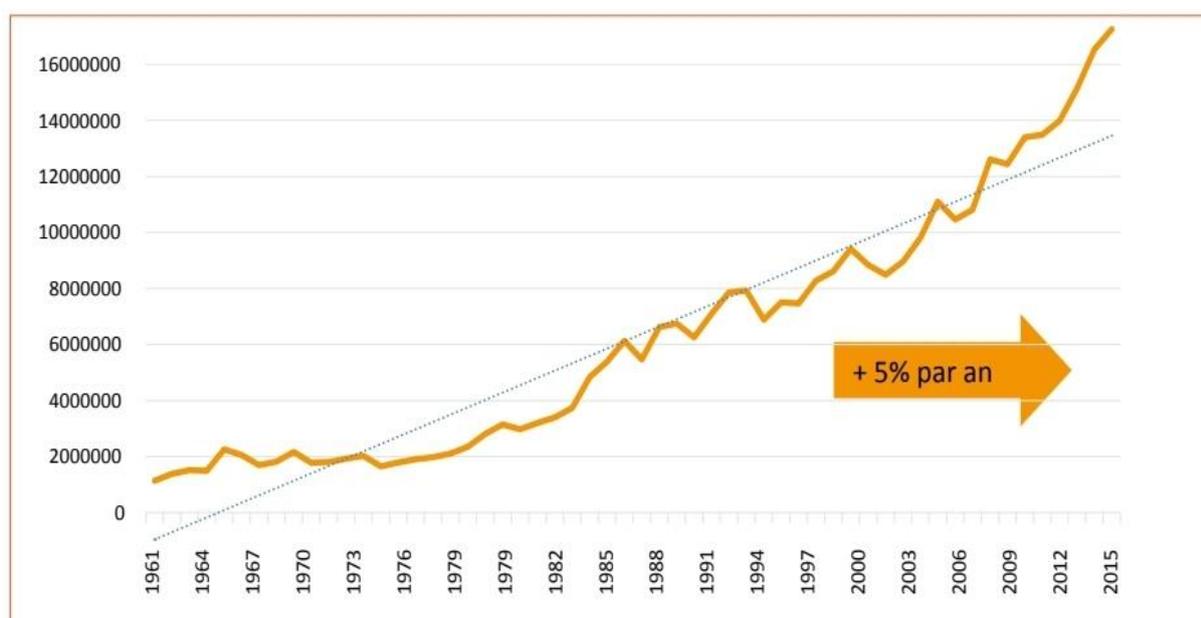
# **Chapitre III**

## **Résultats et discussions**

### III. Résultats :

#### III.1. Les superficies des légumineuses :

L'Algérie considéré selon notre interlocuteur comme le deuxième consommateur de pois chiche après la Turquie. Un produit qu'il achète essentiellement de l'Inde, du Mexique et des USA et pour lequel l'on prévoit une baisse des prix cette année. Et ce, en raison des performances enregistrées en matière de production dans les pays producteurs. « Il y a eu une très bonne récolte cette année en Inde au Mexique. Ce qui va induire une baisse sensible des prix », prévoit M. Zouaber. Idem pour le haricot blanc importé majoritairement de l'Égypte, du Canada, d'Argentine, d'Éthiopie et des USA et expédié vers d'autres pays comme l'Algérie. La situation se présente inversement pour les pruneaux. (M Bob zouaber.2019)



*Figure 15: Exportations Mondiales de Légumineuses (1961-2015)*

(Agro ligne N° 111 - Avril / Juin 2019 I)

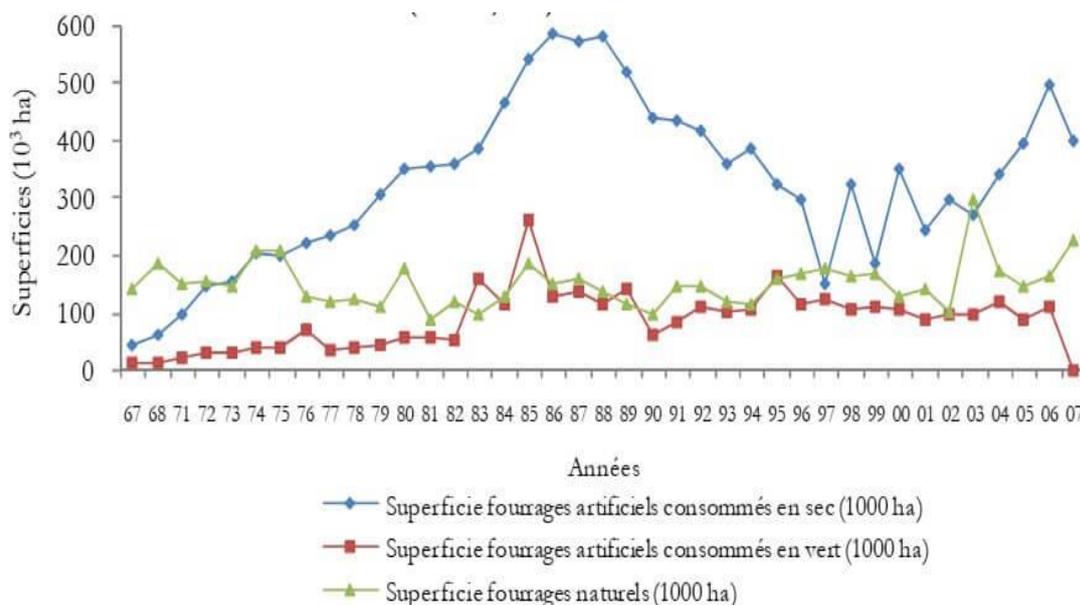


Figure 16: Evolution des superficies des fourrages artificiels et naturels en Algérie de 1967 à 2007 (MADR, 2009)

L'alimentation du cheptel relative à l'année 2007 est assurée en grande partie par les pacages et parcours qui occupent la plus grande superficie, soit 32,9 millions ha (97,8%) destinée aux fourrages. Les fourrages naturels (prairies + jachères fauchés) sont représentés par 0,7% alors que les cultures fourragères (sec + vert) ne sont représentées que par 1,5%. Les superficies réservées aux fourrages artificiels en sec sont environ quatre fois plus importantes que celles consacrées aux fourrages artificiels en vert. (BOUBEKEUR, Abderrahmane 2010)

### III.2. La production des légumineuses :

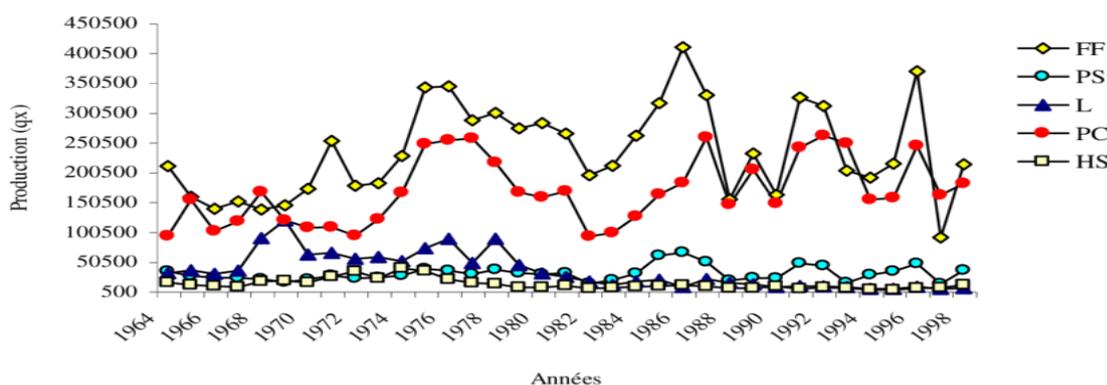


Figure 17: Evolution de la production des légumineuses alimentaires en Algérie 1964 à 1998

(by [Meriem Laouar](#) 11-02-2001)

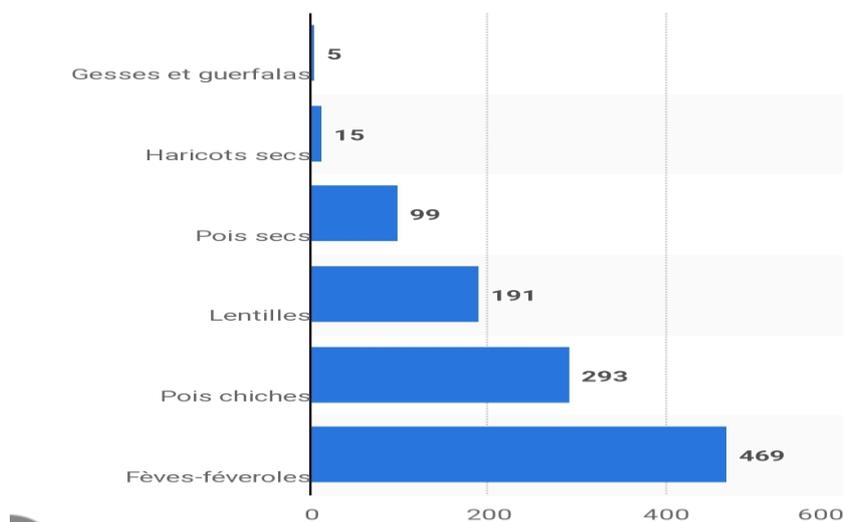


Figure 18: Évolution de la production de légumes sec en Algérie entre 2016 et 2017 par type de légume (fr.statista.com).

Cette statistique montre la production de légumes secs en Algérie entre 2016 et 2017, par type de légumes. Pour la campagne agricole 2016 / 2017, la production totale de fèves-féveroles était d'environ 500.000 quintaux en Algérie, tandis que la production de haricots secs s'élevait à environ 15.000 quintaux. (Publié par Statista Research Department, 8 mai 2019)

La filière légumineuse a enregistré de grandes performances en 2018. Et ce, avec une importante production, principalement pour les pois chiches et les lentilles (figure :18). C'est d'ailleurs le satisfecit chez les responsables du secteur qui parlent d'une production historique jamais atteinte. (Agro ligne N°111 - Avril / Juin 2019)

### III.3. Rendement chez les légumineuses :

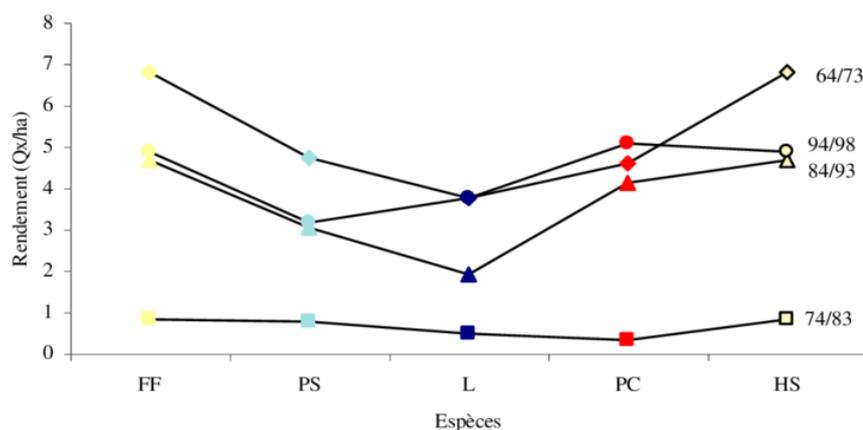


Figure 19: Evolution du rendement chez les légumineuses alimentaires en Algérie 1964 à 1998 (by Meriem Laouar 11\_02\_2001)

	Pois	Féverole	Soja	Lupin
Potentiel de rendement	Plutôt faible. Rendements très variables selon les événements climatiques. 5 - 45 q/ha. Semis précoce → limitation du risque de stress hydrique en fin de cycle végétatif mais risque de tassement accru.	Plutôt faible. Rendements très variables selon les événements climatiques et la qualité des terres. 5 – 30 q /ha Féverole d'hiver → Rendements plus réguliers, meilleur niveau de production.	Plus élevé que pour les autres légumineuses. Rendements fiables si possibilité d'irrigation, très variables sinon. 4 – 40 q/ha.	Plutôt faible. Rendements variables (5 – 40 q/ha).
Sol	Adapté à une large gamme de sol. Sensibles aux sols hydromorphes, asphyxiants.	Adapté à une large gamme de sol (dont sols caillouteux) Sensibles aux sols hydromorphes, asphyxiants et aux sols séchant peu profonds	Adapté au sol à forte réserve utile (RU). Inoculation initiale obligatoire. Améliorant la structure du sol Récolte précoce sur sol sec → risque de tassement limité	Très sensible aux sols calcaires.
Climat	Très sensible au déficit hydrique et particulièrement à la sécheresse du printemps			Sensible aux sécheresses printanières (mais de façon plus limitée que le pois et la féverole).
Ravageurs	Sensible aux attaques de pucerons, sitones, pigeons. Plus sensible à la bruche que la féverole. → Meilleure résistance du pois d'hiver	Sensible aux ravageurs : bruche, pucerons verts et noirs.	Pigeons. Pas de contraintes majeures.	Pas de contraintes majeures.
Principales maladies	Anthraxose. Choix des variétés : fondamental pour la résistance aux maladies.	Anthraxose, botrytis, rouille mais pas de contraintes importantes hormis le fait que c'est une plante hôte du sclérotinia.	Sclérotinia. → Pas plus d'un soja tous les 3 ans + maintien d'une rotation avec des céréales à paille (non hôte du sclérotinia)	Anthraxose
Gestion des adventices	Très salissante car peu couvrante → concurrence difficilement les adventices	Moins salissante que le pois, peu de problèmes pour la gestion des adventices	Peu couvrant Gestion des adventices = point sensible majeur → Privilégier des semis tardifs → Maintien d'une rotation (limitation des cultures de soja sur soja)	Culture salissante Binage inter-rang facilement réalisable en début de culture (culture souple)
Utilisation du semoir monograinne pour simplifier le désherbage				
Raisonnement le désherbage avant l'implantation (faux-semis)				
Viabilité économique	Prix de vente faible par rapport à la difficulté de conduite de la culture → Conduire le pois en mélange = assurer un rendement	Prix de vente faible par rapport à la difficulté de conduite de la culture Amélioration du taux de protéines de la céréale suivante	Culture souvent très rentable et fiable Possibilité de valorisation pour l'alimentation humaine (environ 700 €/t)	Prix de vente faible par rapport à la difficulté de conduite de la culture

Figure 20: Points forts et points faibles des légumineuses

(Source : Gimaret, 2013)

**Discussion :**

Les légumineuses ont des qualités nutritionnelles indéniables qui peuvent assurer une meilleure sécurité nutritionnelle et une meilleure santé notamment des populations pauvres des régions semi-arides.(Jukanti et al,2012), Cette étude vise à mettre à l'étude les quelques opportunités des Légumineuses alimentaires et fourragères pour une meilleure production des cultures et leurs différents intérêts : agro- économiques et nutritionnels.

D'une manière générale, nous sommes largement tombés d'accord sur le besoin de soutenir les producteurs de légumineuses et l'ensemble du secteur des légumineuses afin de promouvoir la disponibilité et l'accessibilité pour tous de cet aliment nutritif, en particulier dans le contexte de conditions climatiques.

Les contributions reçues serviront de base aux initiatives qui seront organisées durant l'Année internationale des légumineuses qui vise à sensibiliser l'opinion publique leurs effets bénéfiques, encourager l'accroissement de leur production et consommation et aussi souligner le besoin de nouveaux investissements en recherche-développement et en services de vulgarisation. (De Jager, I. 2013).

Au regard des différents intérêts (nutritionnels, agronomiques, économiques et environnementaux) des légumineuses alimentaires et/ou fourragères, l'amélioration de la production en quantité et en qualité de ces denrées est une nécessité. En effet, dans les systèmes de cultures, l'insertion des légumineuses est un impératif pour la préservation du capital sol et pour l'amélioration de sa fertilité. Dans cette voie la promotion des rotations et des associations culturales avec les légumineuses permettrait l'extension des superficies en vue de l'augmentation de la production nationale globale en ces denrées pour répondre aux besoins du marché local et prétendre à reconquérir le marché international. (Dr Daoui Khalid 26 juin 2019)

Ces dernières années les habitudes et les attentes des consommateurs changent avec l'apparition des nouveaux régimes alimentaires et une plus forte demande de produits locaux et bio. Et la récente crise du Covid-19 semble renforcer cette tendance. (<https://terres-et-territoires.com>,2020)

# **Conclusion**

### **Conclusion :**

Nous avons vu que dans beaucoup de systèmes de culture, les légumineuses peuvent améliorer la productivité globale du système de trois façons : augmenter les rendements, améliorer la fertilité du sol, et fournir du fourrage de qualité. La problématique sera de mettre en balance la production de grains qui offre un retour sur investissement immédiat, avec des bénéfices à plus long terme d'accumulation d'azote et phosphore au profit de la culture suivante ou associée de céréales. Le choix entre ces différents rôles sera fait par le paysan selon sa perception du risque et les conditions locales économiques, notamment le prix des engrais et les prix du marché pour les récoltes de légumineuses et céréales.

Les connaissances disponibles aujourd'hui montrent que les légumineuses peuvent être bien valorisées par les animaux. Dans tous les cas, ces légumineuses fourragères ou à graines concourent à une plus grande autonomie protéique mais aussi azotée (via la fixation symbiotique) d'exploitations conduisant des productions de ruminants laitiers ou à viande. Leur utilisation s'accompagne aussi d'une meilleure traçabilité des produits animaux.

Les légumineuses représentent un potentiel important pour une alimentation plus saine et durable. D'une part, les légumes secs sont riches en protéines (et en lysine, un des acides aminés limitants des céréales) et en fibres alimentaires ; ils sont une source de glucides à faible indice glycémique (donc ils élèvent peu la glycémie postprandiale) et sont sources de vitamines (en particulier B1, B2, B3 et E) et de minéraux. Ces caractéristiques en font des aliments qui présentent un intérêt majeur dans le cadre de la prévention et du traitement du diabète de type 2 et probablement de l'obésité, des maladies cardiovasculaires et du cancer colorectal. D'autre part, des farines ou des fractions enrichies en protéines (concentrés ou isolés) sont disponibles sur le marché pour être utilisées comme ingrédients dans divers aliments.

Elles sont utilisées pour leurs propriétés techno-fonctionnelles (par exemple utilisation de protéines de lupin en boulangerie), comme apport en protéines, en substitution à des sources de protéines animales (viande, en particulier) ou dans de nouvelles gammes d'aliments (sources ou riches en protéines) commercialisés dans les épiceries « bio » mais également de plus en plus en GMS.

La diminution de la consommation de produits animaux est une recommandation de la plupart des nutritionnistes mais également désormais des économistes qui estiment que les populations occidentales devraient diminuer de moitié leurs apports en protéines animales au

profit de protéines végétales pour fournir à l'ensemble de la population de la planète un apport calorique adéquat. Il reste, en Algérie et dans beaucoup de pays occidentaux, un long chemin à parcourir pour rééquilibrer la part des protéines animales et végétales.

Les principaux obstacles au développement des cultures de légumineuses peuvent être résumés comme suit :

- ✓ Le facteur climatique, précisément les faibles précipitations où il a été observé une diminution des quantités des précipitations lors de la dernière décade, ce qui a affecté négativement les rendements ;
- ✓ La non-maitrise des techniques de production, en particulier la mauvaise mise en place des cultures et les pertes de récolte lors de la moisson (estimée à 30%), une conséquence de l'absence du matériel spécifique du semis et de récolte (exemple de la lentille) ;
- ✓ Les facteurs abiotiques et biotiques tels que la sécheresse printanière et estivale, le sirocco, les gelées et l'antracnose limitent les cultures de printemps comme le pois chiche
- ✓ La non-maitrise de la protection phytosanitaire et le manque de variétés résistantes maladies cryptogamiques. (Djamel,2016).

Finalement, elles peuvent être vendues et par conséquent, générées un revenu et ainsi augmenter l'accès à la nourriture. En tout, les légumineuses réduisent la dépendance aux apports extérieurs et améliorent la durabilité des systèmes de production intégrés de cultures, d'élevage, et d'aquaculture. Les légumineuses peuvent jouer un rôle central dans l'agriculture sensible aux enjeux nutritionnels, vu leurs caractéristiques qui les rendent bénéfiques tant pour l'agriculture que la nutrition. L'Année internationale des légumineuses représente une opportunité unique pour sensibiliser sur le potentiel des légumineuses dans le secteur du développement agricole et donner un élan pour augmenter leur production au niveau mondial. (Fao.org,2016

# Références

### Références :

1. A.N.D., 2000. Étude sur le marché des légumes secs. Rapport final 2000 de l'A.N.D. pour ONIOL et partenaires, 67 pages.
2. Abdallah M., Jones M., Smith P., Williams M., 2009. Nitrous oxide fluxes and denitrification; sensitivity to temperature in Irish pasture soils. Soil Use Manage., 25, 376-388.
3. Abdel-Wahab S., 1985. Potassium nutrition and nitrogen fixation by nodulated legumes. Fert. Res., 8, 9-20.
4. Adams J.A., Pattinson G.M., 1985. Nitrate leaching losses under a legume-based crop rotation in Central Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research, 28, 101-107.
5. ADE, 2001. Évaluation de la politique communautaire des oléagineux, Rapport de la société; ADE pour la Commission Européenne, 230 p.
6. Africa. N2Africa, Wageningen University Daryanto, S., Wang, L. & Jacinthe, P.A. 2015. Global
7. Afssa, 2007. Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations. 461 pages.
8. Agreste, 2008 . Légumineuses alimentaires légumineuses à graines Principales légumineuses à graines Agreste, 2008 Les principales légumineuses à graines cultivées en Algérie se répartissent dans différentes catégories Agreste, 2008, Duc et al., 2010 Belaid, 2016 les cotylédons commencent à s'estomper Pitrat et Foury, 2015 les variétés naines Dupont et Guinard., 2015. Le pois chiche *Cicer arietinum* L., est la seule espèce cultivée du genre *Cicer* L. Toker et al., 2014 Winter, 2003 ,M. A. D. R. In : Rahmani 2018 Sheriff et Bouziane, 2018, Hammouda et Khalfallah, 2015, Cubero ,1981, (Brink et Belay, 2006a ; Brink et Belay, 2006, Chaux et Foury, 1994
9. Agreste, 2011. Les matières premières dans les aliments composés pour animaux de ferme en 2009, Agreste Primeur n° 258, 4 pages.
10. Agreste, 2012. Infos Rapides. Grandes cultures et fourrages, novembre 2012, 9/10.
11. Alard V., Béranger C., Journet M., 2002. À la recherche d'une agriculture durable. Étude de systèmes herbagers économes en Bretagne. Éditions
12. Alimentation-Partie-I- Chapitre-II.pdf

13. Al-Marzooki W., Wiseman J., 2009. Effect of extrusion under controlled temperature and moisture conditions on ileal apparent amino-acid and starch digestibility in peas determined with young broilers. Anim. Feed Sci. Tech., 153, 113-130.
14. Bado, B. V. 2018. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso (Thèse de Doctorat, Université Laval, 197P.
15. consumption at household level in rural areas of sub-Saharan Africa. N2Africa, Wageningen University
16. Cycle de l'azote Lazrek-Ben Friha, 2008, Zahran, 1999 Saoudi, 2007
17. De Jager, I. 2013. Nutritional benefits of legume consumption at household level in rural areas of sub-Saharan
18. De Jager, I. 2013. Nutritional benefits of legume consumption at household level in rural areas of sub-Saharan
19. Dilis, V. & Trichopoulou, A. 2009. Nutritional and health properties of pulses. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism, 1(3): 149–157 (available at
20. Dove, E.R., Mori, T.A., Chew, G.T., Barden, A.E., Woodman, R.J., Puddey, I.B., Sipsas, S. & Hodgson, J.M. 2011.
21. FAO, 2006. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, 2006 :L'aide alimentaire pour la sécurité alimentaire, 207P
22. FAO, 2016 les caractéristiques spécifiques de différentes régions sol
23. Fixation de l'azote atmosphérique Nemecek et al., 2008 Duc et al., 2010
24. Garden-Robinson, J. 2012. Pulses, the perfect food.
25. Gros, A., 1977. L'acide phosphorique, les engrais phosphaté. Guide pratique de la fertilisation. Ed. Maison rustique-Paris, 377p.
26. Giraud E, Moulin L, Vallenet D, et al. Legumes symbioses: absence of Nod genes in photosynthétiques bradyrhizobia. Science 2007; 316 : 1307–12.
27. T. G. C., 2011. La lentille et le pois chiche pour une conduite mécanisée. p27.
28. T. G. C., 2013. Culture de pois chiche (Cicer arietinum). Fiche culture. p6.
29. Indian Institute of Soil Science. (no date). Four decades of
30. Lazrek-Ben Friha, 2008 Vance et al., 2000 Wattiaux et Howard., 2001
31. Lupin and soya reduce glycaemia acutely in type 2 diabetes.
32. Lerouge P, Roche , Faucher C, et al. Symbiotic host-specificity of *Rhizobium meliloti* is déterminé by a sulphated and acylated glucosamine oligosaccharide signal. Nature 1990; 344 : 781–4.

33. Maphosa .Y and Jideani V. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition. Improving Health through Adequate Food chapter. Edited by Maria Chavarri Hueda. In the book: Functional Foods..
34. Mohamed LAZALI, revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires (sep 2020) et climat.
35. ouزيد, S., 2017. ETUDE DE L'EFFET DE L'INTERACTION DU MOLYBDENE AVEC L'AZOTE CHEZ LES FABACEES CULTIVEES EN MILIEU SALIN, thèse de Doctorat, Université de Constantine, 240P
36. Par Dr Daoui khalid et Dr Fatemi Zain El Abidine (Chercheurs, CRRM Meknès)Publié le 26 juin 2019 par Bahri
37. Russelle., 2001 production laitière Abdelguerfi et al., 2008.
38. synthesis of drought effects on food legume production. PLOS ONE, 10(6): e0127401.
39. Temani et Khairi, 2009, Solagro & R.A.C., 2016. Les légumineuses fourragées
40. utilisations des légumineuses et sécurité alimentaire Agreste, 2008 Pluvilage, 1990

### Sites web:

1. Africa. N2Africa, Wageningen University (available at <http://www.n2africa.org/sites/n2africa.org/files/images/>
2. British Journal of Nutrition, 106(07): 1045–1051 (available at [http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN106\\_07%2FS0007114511001334a.pdf&code=4014bafcb9880adf3592b187924f0996](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN106_07%2FS0007114511001334a.pdf&code=4014bafcb9880adf3592b187924f0996)).
3. Coly J. M., 2017. Le haricot sec un allié pour la santé <https://www.lateranga.info>
4. [contributions/2009%20Mediterr%20J%20Nutr%20](https://www.lateranga.info/contributions/2009%20Mediterr%20J%20Nutr%20)
5. Developed for the Northern Pulse Growers Association. North Dakota State University (available at <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/yf/foods/fn1508.pdf>).
6. [edu/pubs/yf/foods/fn1508.pdf](https://www.ag.ndsu.edu/pubs/yf/foods/fn1508.pdf)).
7. Global Pulse Confederation. (no date). [Cooking with pulses: A new era for an ancient crop](http://pulses) (available at <http://pulses>).
8. Hodgson, J.M., Lee, Y.P., Puddey, I.B., Sipsas, S., Ackland, T.R., Beilin, L.J., Belski, R. & Mori, T.A. 2010. [Effects of increasing dietary protein and fibre intake with lupin on body weight and composition and blood lipids in overweight men and women.](#)

- International Journal of Obesity, 34(6): 1086–1094 (available at <http://www.nature.com/ijo/journal/v34/n6/pdf/ijo201026a.pdf>).
9. <http://www.fao.org/fsnforum/sites/default/files/discussions/>
  10. <https://fr.statista.com/statistiques/990929/production-totale-de-legumes-secs-par-type-algerie/>
  11. <https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/2123/riz>
  12. <https://www.aquaportail.com/taxonomie-famille-151-poaceae.html>
  13. <https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=mais>
  14. [https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=orge\\_nu](https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=orge_nu)
  15. <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Mais.html>
  16. [images/N2Africa\\_Nutritional%20benefits%20of%20legume%20consumption%20at%20household%20level%20in%20rural%20areas%20of%20sub-Saharan%20Africa.pdf](images/N2Africa_Nutritional%20benefits%20of%20legume%20consumption%20at%20household%20level%20in%20rural%20areas%20of%20sub-Saharan%20Africa.pdf)
  17. [Dhanya, P. & Ramachandran, A. 2015. Farmers' perceptions of climate change and the proposed agriculture adaptation strategies in a semi arid region of south India. Journal of Integrative Environmental Sciences, \(2015\): 1–18.](https://www.researchgate.net/publication/275111111)
  18. [Metab%20PULSES.pdf](#).
  19. [Nodosité : définition et explications \(aquaportail.com\)](#)
  20. [org/pulse-hub/fact-sheets/download?path=iyp\\_factsheet\\_worldcuisines.pdf](#).
  21. [STCR research – Crop Wise Recommendations \(available at http://www.iiss.nic.in/downloads/stcr%20Crop%20wise%20](#)

<p align="center"><b>Année universitaire : 2021-2022</b></p>	<p align="center"><b>Présenté par :</b> <b>TABET Rayen</b> <b>ZAIBET Amina</b></p>
<p align="center"><b>Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en biodiversité et physiologie végétale</b></p>	
<p align="center"><b>Intitulé :</b> <b>Opportunités des Légumineuses pour une meilleure production des cultures</b></p>	
<p align="center"><b>Résumé</b></p> <p>Les Légumineuses (<i>Fabaceae</i>), représentent une importante source de protéines végétales et a bas prix, plus accessibles et bien moins chères que les protéines animales, surtout pour les pays en voie développement. Elles peuvent être stockées très longtemps sans perdre leurs valeurs nutritives. On retrouve dans ce groupe (légumineuses fourragères) : la Luzerne, le Sainfoin, le Lupin, les Trèfles et la Vesce. Les légumineuses à graine sont comestibles par l'homme (légumineuses alimentaires) : le Soja, la Féverole, la Lentille, la Fève, le Haricot, le Pois chiche. Les légumineuses sont des engrais verts : elle fertilisent naturellement les sols et sont très utilisés dans la rotation des cultures. La culture des légumineuses ne nécessitent pas d'apport azoté et fixent l'azote dans le sol, ce qui permet de réduire les apports en engrais pour la culture suivante.</p>	
<p><b>Mots-clefs :</b> légumineuses, <i>Fabaceae</i>, l'azote, légumineuses fourragées, légumineuses alimentaires, culture.</p>	
<p><b>Laboratoires de recherche :</b> Laboratoire de ..... (Université Frères Mentouri, Constantine 1).</p>	
<p><b>Encadreur :</b> KARA Youssef - Pr- Université Frères Mentouri, Constantine 1). <b>Examineur 1 :</b> BOULACEL - Mouad Dr- Université Frères Mentouri, Constantine 1). <b>Examineur 2 :</b> ZOGHMAR Nabila - Dr- Université Frères Mentouri, Constantine 1).</p>	