



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 محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج  
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A.  
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers  
قسم العلوم الفلاحية  
Département des Sciences Agronomiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Aménagement hydro-agricole

## Intitulé

**Dynamique de croissance des modèles d'association graminée-  
légumineuses dans la région semi-aride de BBA**

Présenté par : Bendif Rania

Sahli Hiba charifa

Devant le jury :

Président : Mr Ait Mechedal Mouloud.....MAA (Univ.Bordj Bou Arréridj)

Encadrant : M<sup>me</sup> Bourahla Amel..... MAA (Univ.Bordj Bou Arréridj)

Examineur : M<sup>me</sup> Maafi Oula..... MAA (Univ.Bordj Bou Arréridj)

Année universitaire : 2019/2020

# *Remerciements*

*Nous remercions avant tout le Grand Dieu Allah, le plus puissant, le miséricordieux.*

*Nous exprimons nos plus profonds remerciements à notre encadreur Madame **BOURAHLA AMEL** pour l'aide précieuse qu'il nous apportait et les conseils infiniment utiles qu'il nous prodiguait pour la réalisation de ce travail. Enfin, nous remercions tous qui nous ont aidés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail de recherche.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qui nous feront le plaisir d'apprécier.*

- *Nous tenons aussi à remercier tous les enseignants qui ont assurés notre enseignement /apprentissage durant tout notre cursus universitaire et qui ont veillé à nous former.*

*Nous voudrions également exprimer nos vifs remerciements à Monsieur **ZOUBIR** : le mari de Mme **BOURAHLA** pour tous ses efforts qu'il a consentis.*

*Nous remercions aussi monsieur **LAABACHI BACHIR** qui nous a donné un morceau de terrain dans votre ferme et que nous aidés avec ses expériences et son matériel agricole.*

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

## *Dédicace*

*Je remercie dieu tout puissant de m'avoir accordée la santé, le courage pour accomplir ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail de fin d'étude tout d'abord :*

*A mes chers parents **Abdelghani** et **Assia** qui par leur amour, patience et soutien m'ont transmise un courage sans faille.*

*-A ma encadrant Mme. **BOURAHLA Amel**, pour sa présence et ses conseils, et merci pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.*

*A mes frères, **Hamza**, **Isslem** et ma sœur, **Malak**, qui ont toujours réussi à me redonner espoir quand je lâchais, croire en moi et afficher un sourire sur un visage sans expression.*

*A tous mes proches amis, avec qui j'ai partagé les meilleurs et pires moments de mon cursus et qui m'ont aimée plus particulièrement :*

***Imane, Hanane, Salwa, Sofia***

*A tous les étudiants de la promotion 2018-2020*

*A mon binôme, **Hiba**, qui a su me supporter, m'encourager, être patiente et m'accorder sa confiance tout le long de l'année.*

*A toute personne qui me connaît.*

*Rania*

## **Dédicace**

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur qui j'aime jusqu'à les frontières de l'imagination*

### **Je dédie ce modeste travail à :**

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

*A mon cher père (**Abd El Wahab**), merci pour ta patience, merci pour tous ce que tu me donnes, J'espère que je serais une source de fierté pour toi.*

*A ma encadrant Mme. **BOURAHLA Amel**, pour sa présence et ses conseils, et merci pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.*

### **Je le dédie aussi à :**

*A mon cher frère (**Mouhamed Mohib Eddine**)*

*Ames chères sœurs (**Dounia Basmala et Alaa Ibtihel**)*

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

*Mes chères amies en particulier : **Ziraibi Khadidja, Hadjadj Nabila***

*Et à tous mes copains (es) de la spécialité Aménagement hydro agricole promotion 2019/2020 son exception*

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

**HIBA CHARIFA**

## LISTE DES ABREVIATIONS

**%** : Pour cent

**°C** : Degré Celsius

**µg** : Microgramme

**100% F** : La date de 100% floraison

**A** : Argile

**A1** : Association d'orge

**A2** : Association Triticale

**CE** : Conductivité électrique

**Chl** : Chlorophylle

**cm** : Centimètre

**DAPPARGs** : Date d'apparition des gousses

**DF** : Date de début floraison

**DFG** : Date début formation des gousses

**DLEV** : Date de levée

**DPF** : Date de pleine floraison

**DRGs** : Date remplissage des gousses

**F**: Fourrage

**g** : Gramme

**IR** : Indice de récolte

**ITGC** : Institut technique des grandes cultures

**L** : Longueur de la plante

**LF** : Limon fine

**LG** : Limon grossier

**MF** : Matière fraîche

**mm** : Millimètre

**MST** : Matière sèche

**NbrE** : Nombre d'épi

**NbrG** : Nombre de gousse

**Nbrg** : Nombre de grain

**NGr/E** : Nombre de grain par épie

**PF** : Poids frais

**PMG** : Poids de mille grains

**PS** : Poids sec

**PT** : Poids de turgescence

**Rdt** : Rendement total

**SF** : Sable fin

**SG** : Sable grossier

**T** : Température

**T1** : Pluviale

**T2** : Irriguée

**TRE** : Teneur relative en eau

**V**: Vesce

**DSA** : Direction Des Services Agricoles.

**FAO** : Food and Agriculture Organisation.

**ITELV** : Institut Technique des Elevages.

**ITGC** : Institut Technique des Grandes Cultures.

**MAT** : Matières Azotées Totales.

**MM** : Matière Minérale.

**MO** : Matière Organique.

**PH** : Potentiel hydrogène

**O** : Orge

**T** : Triticale

**OV A1** : Association (orge-vesce).

**OV A2** : Association (triticale-vesce).

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau N°1</b> : les sources fourragères en Algérie.....	<b>5</b>
<b>Tableau N°2</b> : Liste des espèces étudiées.....	<b>10</b>
<b>Tableau N°3</b> : Doses de fertilisant .....	<b>25</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Évolution des légumineuses fourragères en Algérie (2010-2015) .....	6
<b>Figure 2</b> : Production des légumineuses 2010-2016 (million de tonnes) .....	6
<b>Figure 3</b> : Principaux stades de développement des graminées fourragères .....	12
<b>Figure 4</b> : association légumineuse-céréale .....	16
<b>Figure 5</b> : l'association en mélange .....	16
<b>Figure 6</b> : l'association en rang .....	17
<b>Figure 7</b> : l'association en bande .....	17
<b>Figure 8</b> : Localisation de la daïra dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj .....	18
<b>Figure 9</b> : Site de la ferme .....	19
<b>Figure10</b> : diagramme ombrothermique représente les changements climatiques de la région de BBA (2019/2020) .....	19
<b>Figure11</b> : Analyse granulométrique du sol .....	20
<b>Figure 12</b> : Dispositif expérimental .....	22
<b>Figure 13</b> : Variation de la longueur des plantes totale chez cultures fourragères et la vesce dans les traitements chez les associations étudiées. ....	27
<b>Figure 14</b> : Variation de la biomasse des cultures fourragères et la vesce dans les traitements chez les associations étudiées.....	28
<b>Figure 15</b> : Variation de rendement en grains/gousses dans les traitements chez les associations étudiées .....	29
<b>Figure 16</b> : Variation de l'efficacité d'utilisation en eau de la biomasse dans les traitements chez les associations étudiées.....	30
<b>Figure 17</b> : Variation de l'efficacité de rendement en utilisation d'eau dans les traitements chez les associations étudiées.....	31

## Liste des photos

<b>Photo 1</b> : Matériel végétal utilisé .....	<b>21</b>
<b>Photo 2</b> : Vue d'ensemble de l'essai (Original) .....	<b>22</b>
<b>Photo 3</b> : Désherbage manuel (Originale) .....	<b>24</b>

## **Liste des annexes**

**Annexe 1** : Résultats des analyses du sol étudié (Laboratoire agronomique Fertial 2018).

**Annexe 2** : Stade phonologiques

**Annexe 3** : Calendrier d'irrigation de la culture selon le logiciel Cropwat 8.0.

**Annexe 4** : Analyse de signification des variables mesurés.

**Annexe 5** : Quelques photos originales pendant l'expérimentation.

## Table de matières

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des annexes	
Résumés	
INTRODUCTION.....	1
<b>CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>3</b>
I.1. Importance économiques des céréales fourragères.....	3
I.1.1. Dans le monde.....	3
I.1.2. En Algérie .....	3
I.2. Importance économique des légumineuses fourragères .....	5
I.2.1. Dans le monde.....	5
I.2.2. En Algérie .....	5
I.3. Généralités .....	6
I.4. Classification des fourrages .....	7
I.4.1. Les graminées .....	7
I.4.1.1. Présentations des céréales .....	7
I.4.1.2. Classification des céréales .....	8
I.4.2. Les légumineuses .....	8
I.4.2.1. Présentation des légumineuses.....	8
I.5. Origine et histoire .....	9
I.5.1. Les cultures fourragères.....	9
I.5.1.1. L'orge.....	9
I.5.1.2. Triticale .....	9
I.5.2. Les cultures légumineuses (Vesce).....	10
I.5.3. Classification génétique et botanique .....	10
I.5.4. Cycle de croissance et de développement.....	10
I.5.4.1. Les cultures fourragères (orge- triticale).....	10
I.5.4.2. Les cultures légumineuses (vesce).....	12
I.5.5. Exigence de culture.....	13
I.5.5.1. Céréale fourragère.....	13
I.5.5.1.1. Exigence de l'orge .....	13

I.5.5.1.2. Exigence de triticale.....	14
I.5.5.2. Légumineux fourragères (vesce).....	14
I.5.6. Situation des productions fourragères.....	15
I.6. Généralités sur les associations fourragères .....	16
I.6.1. Définition d'une association .....	16
I.6.2. Intérêt de l'association .....	16
I.6.3. Les différents types d'associations .....	17
I.6.3.1. Les associations en mélange .....	17
I.6.3.2. Les associations en rangs .....	17
I.6.3.3. Les associations en bandes.....	18
<b>CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>3</b>
II .1.1.Présentation de la zone d'étude (El Hammadia) .....	19
II.1.2.Localisation de l'essai .....	19
II .2.Conditions climatiques .....	20
II .2.1.Température.....	20
II .2.2.Pluviométrie.....	20
II .3.Sol.....	21
II.3.1. Analyse granulométrique du sol.....	21
II.4.2. Analyses physico-chimiques du sol.....	21
II .4.Matériel végétal .....	21
II.5. Expérimentation.....	22
II.5.1. But expérimentale.....	22
II.5.3.Conduite de la culture.....	24
II.5.3.1.Précédent cultural .....	24
II.6.Pilotage des irrigations .....	25
II.6.1.Matériel d'irrigation .....	25
II.7.Déserbage .....	25
II.8.Fertilisation.....	25
II.8.1.Traitements phytosanitaires (accident et maladies).....	26
II.9.Récolte .....	26
II.10.Paramètres mesurés .....	26
II.10.1.Caractères morphologiques .....	26
II.10.2.Paramètres physiologiques .....	26
II.11. Exploitation des résultats par une étude statistique .....	27
<b>CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>28</b>
III .1. Variation des caractères morphologiques .....	28
III .2. Variation des paramètres physiologique .....	32

CONCLUSION .....	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	36
ANNEXES .....	41

# ***RESUME***

## Résumé

Un essai conduit pendant la campagne 2019/2020 en zone semi-aride au niveau de la ferme pilote de Monsieur Laabachi dans la région de l'Hamadia de la wilaya de Bordj Bou Areridj, a permis de comparer deux associations fourragères: vesce-orge et vesce-triticales, vis-à-vis les besoins en eau par l'utilisation du calendrier d'irrigation, ou l'essai montre que l'association vesce-orge consomme moins d'eau que l'association vesce-triticales, mais de point de vue production de la matière sèche, l'association vesce-triticales est la plus productive, ou le triticales s'adapte bien aux conditions d'excès d'eau pour un sol lourd.

Donc on peut faire l'association sans prendre en considération les besoins en eau de triticales, en parallèle on gagne un aliment riche pour nos troupeaux.

### Mots-clés

Associations fourragères, vesce, orge, triticales, irrigation, matière sèche, zone semi-aride.

### ملخص

الدراسة تمت خلال الموسم الفلاحي 2019-2020 في المنطقة شبه الجافة على مستوى المزرعة التجريبية للسيد لعباشي في منطقة الحمادية بولاية برج بوعريريج، سمحت لنا بمقارنة نوعين من الخلائط العلفية: شعير-بازلاء حقلية والخليط تريتيكال-بازلاء حقلية وذلك باستخدام رزنامة الري، اين اثبتت الدراسة ان الخليط العلفي بازلاء-شعير تستهلك اقل كمية من الماء ولكن الخليط بازلاء-تريتيكال هو الاكثر انتاجية حيث اثبت تكيفه مع ظروف كمية الماء الزائدة.

اذن نستطيع عمل خليط التريتيكال-بازلاء حقلية بدون الاخذ بعين الاعتبار للاحتياجات المائية للتريتيكال لربح غذاء غني لماشيتنا.

### الكلمات المفتاحية

الخلائط العلفية، بازلاء، شعير، تريتيكال، ري، مادة جافة، منطقة شبه الجافة.

## Abstract

A trial during carried out during the 2019/2020 compaigns in the semi-arid zone at the pilot farm of Mr Laabachi in the Hamadia region of the wilaya of Bordj Bou Areridj, made it possible to compare two fodder associations: pulses-barley and pilses-triticales, vis-à-vis the water requirement by using yhe irrigation schedule, when the trial shows that the pulses-barley association consumes less water than the pulses-triticales combination, but from the point of view of dry matter production, the pulses triticales association is the most productive, when the triticales adapts well to the conditions of excess water for a heavy soil.

So we can do the association without taking into consideration the water needs of triticales, in parallel we gain a rich food for our flocks.

### Key words

Forage associations, pulses, barley, triticales, irrigation, dry matter, semi-arid zone.

# ***INTRODUCTION***

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

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

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

La production des associations fourragères constitue un défi majeur de l'agriculture. Dans un contexte de sol pauvre en azote, les légumineuses sont intéressantes car elles ont la capacité de réaliser une symbiose fixatrice d'azote atmosphérique avec les bactéries rhizobiums du sol. Cette symbiose présente des intérêts environnementaux et agronomiques puisqu'elle permet de réduire la consommation d'engrais chimiques azotés.

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

La valeur agronomique des associations est appréciée par un ensemble de critères : production de matière sèche annuelle, répartition de cette production au cours de l'année, pérennité de la production sur plusieurs années, valeur alimentaire. L'attente vis-à-vis des associations est d'au moins égaler les monocultures pour ces critères, voire de les dépasser. Une association légumineuse – graminée permet d'obtenir un rendement donné avec un moindre besoin en fertilisation azotée (**Nyfelner et al., 2009 ; Associations graminées-légumineuses prairiales Innovations Agronomiques 40 (2014), 61-72 63 Nyfelner et al., 2011 ; Protin et al., 2014**).

Vu l'importance écologique et agro-économique, nous sommes intéressés à étudier et tester le comportement et la productivité de trois cultivars fourragers des légumineuses et graminées annuelles en association dans le but de choisir la meilleure association qui donne un bon rendement.

Notre mémoire est présentée en trois chapitres :

- ✓ Chapitre (I), une revue bibliographique sur les cultures fourragères et leurs associations.

## ***Introduction générale***

---

- ✓ Chapitre (II), nous verrons successivement la description du matériel végétal, les conditions de culture et les méthodes d'analyses utilisées.
- ✓ Chapitre (III), fait l'objet de la présentation des résultats obtenus et leurs discussions.

Le mémoire est achevé, par une conclusion et les perspectives, suivi de la liste de références bibliographiques et des annexes.

***CHAPITRE I REVUE  
BIBLIOGRAPHIQUES***

## **I.1. Importances économiques des céréales fourragères**

### **I.1.1. Dans le monde**

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

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

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

### **I.1.2. En Algérie**

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

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

Le potentiel fourrager existant en Algérie est structuré autour de quatre ensembles, d'inégale importance, constitués par les prairies naturelles, les parcours steppiques, les fourrages cultivés et les parcours forestiers. Un examen de la structure selon les diverses zones agro écologiques, a permis d'estimer les superficies occupées par les fourrages ou utilisées pour l'alimentation du cheptel à environ 39 millions hectares (**Adem et Ferrah, 2002**). Les principales ressources fourragères se composent des chaumes de céréales, de la végétation des jachères pâturées et des parcours qui représentent 97.7% de la surface 18 fourragère totale, et de peu de fourrages cultivés (1.95%) et des fourrages naturels (0.51%) (**Khaldoun et al., 2000**). En termes d'offre, exprimée en unités fourragères (UF), l'Algérie disposait en 2001 de 8 milliards d'UF issues principalement des zones céréalières (52%) et des parcours steppiques (44%). Ces données témoignent, encore une fois, du caractère extensif de la production fourragère en Algérie (**Adem et Ferrah, 2002**). Les fourrages regroupent toutes les plantes consommées par le cheptel, par pâturage, sous forme de foin, d'ensilage ou des agglomérés (**Tableau.1**). La plupart des espèces de plantes fourragères font partie de la famille des graminées et des légumineuses. L'Algérie par sa nature, son climat, son relief, ses formations végétales et ses habitudes et pratiques d'élevage de sa population humaine, est un pays à vocation pastorale et fourragère par excellence, mais son cheptel est encore sous-alimenté (**Senoussi, 2010**).

**Tableau n°01** : les sources fourragères en Algérie.

Sources fourragères	Superficies (hectares)	Productivité moyenne UF/ha	Observations
<b>Parcours steppiques</b>	15 à 20 millions	100	Plus ou moins dégradés
<b>Les forêts</b>	+ 03 millions	150	/
<b>Chaumes de céréales</b>	+ 03 millions	300	Nécessité d'améliorer la qualité des chaumes
<b>Végétation de jachère pâturée</b>	-02 millions	/	Nécessiter d'orienter la végétation
<b>Fourrages cultivés</b>	-500 000	1000/2000	Orge, avoine, luzerne, trèfle, vesce/avoine, sorgho
<b>Les prairies permanentes</b>	-300 000	/	Nécessité une prise en charge

(Senoussi, 2010)

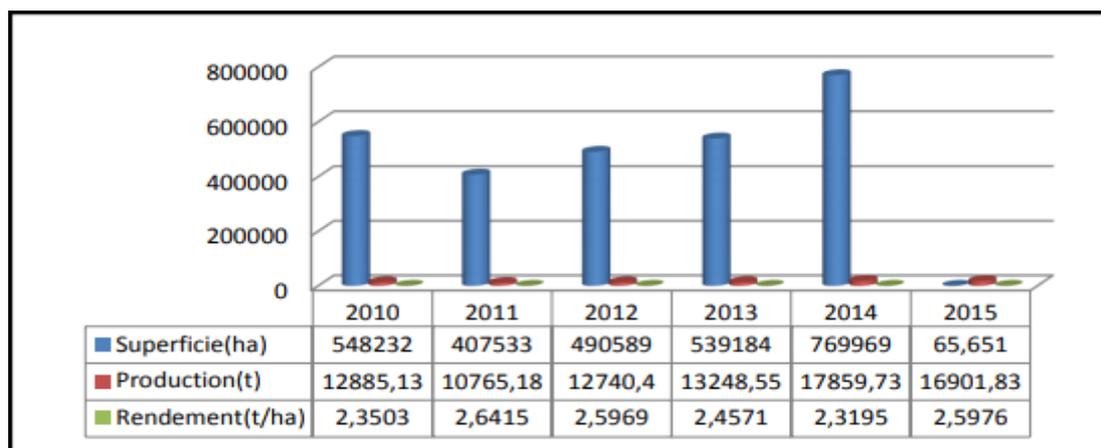
## I.2. Importance économique des légumineuses fourragères

### I.2.1. Dans le monde

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

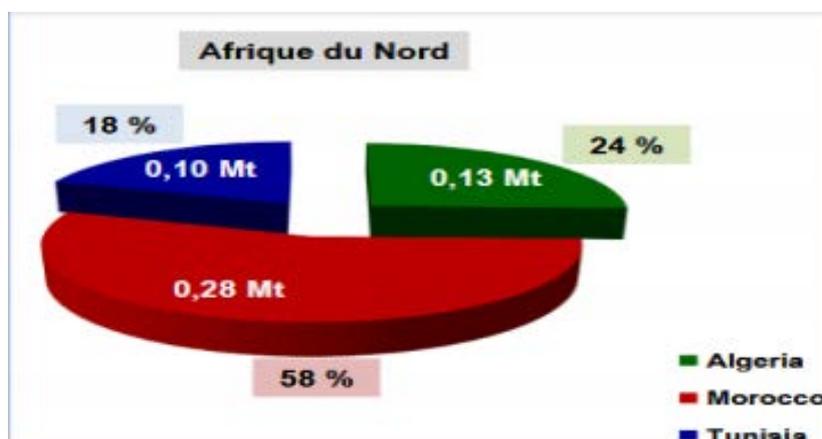
### I.2.2. En Algérie

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



**Figure n°01 : Évolution des légumineuses fourragères en Algérie (2010-2015) (DSA., 2019).**

La figure n°01 montre que les superficies en fourrages fluctuent d’une année à l’autre, suite aux conditions météorologiques instables qui ont prévalu durant ces dernières années. Toutefois, nous constatons que l’année 2014 a enregistré la superficie la plus importante avec près de 700.000 Ha et avec un rendement moyen égal à 2,32 T/Ha. En plus de la faiblesse de la disponibilité, la qualité du fourrage laisse à désirer et constitue une contrainte de taille pour l’élevage bovin laitier. La majeure partie du fourrage (70%) est composée par des espèces céréalières (orge, avoine...). La luzerne, le trèfle d’Alexandrie et le sorgho, n’occupent que très peu de surface.



**Figure n°02 : Production des légumineuses 2010-2016 (million de tonnes), (FAO., 2018).**

### I.3. Généralités

Un fourrage est, dans le domaine de l’agriculture, une plante ou un mélange de plantes utilisées pour l’alimentation des animaux d’élevage.

Il s'agit en premier lieu des parties herbacées des plantes (feuilles, tige), mais aussi de racines, de parties de plantes ou plus ou moins séchées. Certaines parties de plantes sont utilisées comme fourrages après transformation comme la pulpe de la betterave à sucre ou les tourteaux des différentes espèces oléifères...

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

## **I.4. Classification des fourrages**

### **I.4.1. Les graminées**

Les graminées (Poacées selon la classification actuelle) constituent une très grande famille de plus de 600 genres et 9000 espèces. Plantes annuelles ou vivaces, généralement herbacées, à tige (chaume) cylindrique et creuse, les graminées sont répandues sous toutes les latitudes et dans tous les habitats. Composante principale des savanes, des prairies et des steppes, les graminées sont abondantes en région méditerranéennes. La très grande majorité des graminées sont anémophiles et produisent beaucoup de pollen pour assurer leur descendance. (Klein et al., 2014)

#### **I.4.1.1. Présentations des céréales**

La céréale est une plante cultivée principalement pour ses grains utilisés pour l'alimentation humaine et animale. La plupart des céréales appartiennent à la famille des Poaceae (anciennement graminées). Les plus connues, et aussi les plus cultivées dans le monde, sont le blé, l'orge, le maïs ou le riz. On y associe certaines plantes d'autres familles botanique, comme le sarrasin (polygonacées), le quinoa ou l'amarante (chénopodiacées) qui sont en fait des pseudo-céréales. Les pseudo-céréales n'appartiennent pas à la famille des Poaceae, mais ces plantes contiennent des grains qui peuvent être utilisés comme celles des céréales. Ce sont : le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho.

Les céréales ont deux types d'inflorescence : les panicules (cas de l'avoine) et les épis (autres cas). Les inflorescences des céréales sont composées d'épillets : l'épillet est entouré de deux écailles : les glumes<sup>1</sup>. L'intérieur de chaque épillet, chaque grain est entouré de 2 glumelles dont l'une possède souvent une arête (la barbe).

### I.4.1.2. Classification des céréales

Selon Feillet, (2000) les céréales appartiennent à :

<b>Règne</b>	Végétal
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous Embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Monocotylédones
<b>Super ordre</b>	Commeliniflorales
<b>Ordre</b>	Poales
<b>Famille</b>	Poacées
<b>Sous famille</b>	Fastucoides
<b>Espèces</b>	<i>Triticum aestivum</i> (blé tendre)/ <i>Hordeum vulgare</i> (orge)

### I.4.2. Les légumineuses

Les légumineuses fourragères représentent 27 % de la production de culture primaire dans le monde (Vance et al.,2000). Elles ont été la base de la production de viande et de lait pendant des siècles (Russelle., 2001).Lorsqu'elles sont correctement utilisées, elles représentent de riches sources de protéines, de fibres et d'énergie. Même dans l'élevage intensif et la production laitière, où les cultures de céréales sont d'importantes sources d'alimentation, les légumineuses fourragères sont nécessaires pour préserver la bonne santé des animaux (Wattiaux et Howard., 2001).La viande et la production laitière dans les pays en développement sont presque exclusivement dépendantes des légumineuses fourragères et des graminées. (Russelle., 2001).

#### I.4.2.1. Présentation des légumineuses

La famille Leguminosae ou Fabaceae est la troisième plus grande famille de plantes à fleurs, derrière les Orchidaceae et les Asteraceae quant au nombre des genres (730 genres avec 19400 espèces selon le Royal Garden., Edinburgh 2010) et est considérée la deuxième derrière les Gramineae quant à son importance.

Elles sont présentes dans presque tous les milieux terrestres, caractérisées par une large diversité et sont dominées par les espèces ligneuses et vivaces (Chang., 2011). Elles sont largement définies par la structure fleur peu commune et fruit en gousse, et une phytobiomasse très intéressante après celle des graminées (Rasanen., 2002).

Elles se développent dans des écosystèmes extrêmes variés ;(Shubert et Bolland., 1990). Les espèces vont des herbes naines de l'Afrique et des montagnes aux immenses dans les pays chauds et les formes herbacées dans les régions tempérées (Guignard et Dupont., 2005). Les légumineuses ont une importance potentielle en terme écologique et économique par leur capacité symbiotique avec les bactéries du sol, connues sous le nom de rhizobium.

Deux groupes de légumineuses peuvent distingués :

Les légumineuses fourragères

Les légumineuses cultivées pour leurs graines

## I.5. Origine et histoire

### I.5.1. Les cultures fourragères

#### I.5.1.1. L'orge

L'orge est l'une des plus anciennes céréales cultivées sur terre. Les études génétiques, incluant les analyses récentes en Biologie moléculaire confirment que l'orge cultivée actuellement a évolué à partir de *Hordeum spontaneum* L. (Nevo., 1992), espèce d'orge spontanée présente encore au Proche et Moyen-Orient qui porte des épis à deux ou six rangs (Bonjean et Picard., 1990).

L'orge est une monocotylédone appartenant à l'ordre des *Poales*, à la famille des *Poacées* (Graminées) et au genre *Hordeum* (Crete., 1965).

L'orge cultivée (*H. vulgare*), est généralement une plante diploïde ( $2n=14$ ) et nettement autogame (Jestin., 1996). Des formes tétraploïdes ( $2n=28$ ) peuvent apparaître spontanément, ou par traitement au laboratoire, mais elles n'ont aucun intérêt agronomique.

Les variétés d'orge sont regroupées d'après les caractéristiques de leurs épis en deux grandes espèces.

L'orge à deux rangs qui comporte un épi aplati composé de deux rangées d'épillets ; il n'existe en général dans cette espèce que des variétés de printemps.

L'orge à six rangs ou esourgeon qui possède trois épis sur chaque axe de la tige et dont les grains sont plus petits. Cette espèce ne comporte pratiquement que des variétés d'hiver.

#### I.5.1.2. Triticale

La première synthèse remonte en 1891 (Vermorel et Bernard., 1979) ; les recherches qui ont été pour suivies ensuite dans les différents pays en visé à combiner judicieusement les chromosomes du blé tendre et le seigle.

Le triticale (Secale cereale) est une céréale a paille qui a prouvé sa performance et qui a acquis sa place aujourd’hui parmi les céréales les plus importantes.

L’appellation x-Triticosecale Wittmak regroupe différentes espèces qui appartiennent, selon la classification hiérarchique, aux angiospermes monocotylédones de la famille des *Poaceae*, de la sous-famille des *Pooideae* et de la tribu des *Triticeae*.

### I.5.2. Les cultures légumineuses (Vesce)

La vesce est des légumineuses fourragères comme (*Vicia Sativa*), la vesce commune ou la vesce cultivée, est une espèce de plantes dicotylédones de la famille des Fabacées, originaire d’Eurasie. Ce sont des plantes herbacées annuelles, grimpantes, souvent cultivées comme plantes fourragères.

La vesce est une plante à croissance rapide qui germe, s’accroît, fleurit, fructifie et meurt.

Parmi les légumineuses fourragères cultivables sur les jachères, les espèces annuelles du genre *Vicia* peuvent être utilisées comme foin ou en grain pour l’alimentation du bétail. Ces vesces se cultivent en association avec une céréale fourragère (l’avoine, l’orge ou le triticale) et donnent un foin d’excellente qualité (**Rihawy et al, 1987**).

### I.5.3. Classification génétique et botanique

**Tableau n°02** : Liste des espèces étudiées.

	Culture fourragère		Culture légumineuse
	Orge	Triticale	Vesce
Règne	Plantae	Plantae	Plantae
Nom-scientifique	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Triticum spp</i>	<i>Vicia sativa</i>
Famille	Poacea	Poacée	Fabacées

Source (**Feillet, 2000**).

### I.5.4. Cycle de croissance et de développement

#### I.5.4.1. Les cultures fourragères (orge- triticale)

Le cycle de développement d’une céréale (orge – triticale) comprend trois grandes périodes :

- **Période végétative** : Celle-ci comprend elle-même trois phases :
  - **Phase semis-levée** : Les conditions requises étant réalisées (température, humidité, etc.), le grain de blé va germer. Quelques jours plus tard

apparaît la première manifestation importante de la jeune plante en développement, une sorte d'acte de naissance : l'épointement de la radicule (la jeune racine déjà présente dans l'embryon) (**Claire, 2013**).

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (**Cherfia, 2010**).

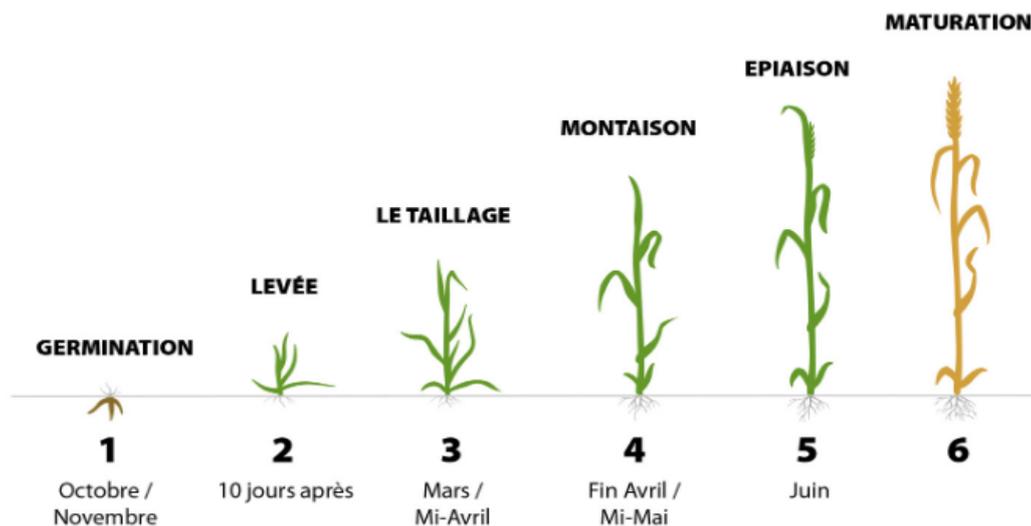
- **Phase levée-début tallage** : Dès que la première feuille a percé l'extrémité de la coléoptile, celui-ci s'arrête de croître et peu se dessèche. Cette première feuille fonctionnelle s'allonge, puis apparaît une deuxième, puis une troisième, puis une quatrième feuille (**Chachoua et Sellami, 2019**).
- **Phase début tallage-début montée** : Le tallage est caractérisé par l'entrée en croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle de chacune des premières feuilles : il s'agit donc d'un simple processus de ramification (**Cherfia, 2010**).
- **Période reproductrice** : Elle s'étend de la montaison à la fécondation
  - **Phase de la montaison** : Un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser. La croissance entaille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 jours (**Clement et al, 1970**).
  - **Phase de l'épiaison** : Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, à l'organisation détaillée des épillets et à la fécondation. La durée de cette phase est d'environ 32 jours. Cette phase est suivie par le grossissement du grain qui devient mou et le dessèchement de presque toutes les feuilles. Sa durée est de 16 à 17 jours (**Clement et al, 1970**).
- **Période de maturation** : Elle comprend trois phases principales :
  - **Une phase de multiplication cellulaire intense** : Un accroissement du poids d'eau et de matière sèche dans le gain se produit.

A la fin de cette phase, l'amande encore verte a pris sa forme définitive, l'albumen est devenu laiteux : c'est le stade laiteux.

- **Une phase d'enrichissement en glucides et protéides** : Le poids d'eau dans le grain demeure constant : c'est le palier hydrique. A la fin de cette phase, l'amande s'est colorée en roux pâle ; ses enveloppes résistent bien à la pression du doigt mais se

déchirent à l'ongle. C'est le stade pâteux ; il marque la fin de la migration des réserves. La teneur en eau est alors de l'ordre de 40% du poids frais.

- **Une phase de dessiccation** : Une diminution rapide du poids d'eau se produit. Le grain devient demi dur, puis dur et cassant à sur maturité : c'est le stade propice au battage. Sous nos climats, toutes les céréales à paille peuvent être récoltées à ce stade (**Boyeldieu, 1997**) ; Les grains deviennent dur et de couleur jaunâtre (**Boufenar, 2006**).



**Figure n°03** : Principaux stades de développement des graminées fourragères (**Crémer, 2014**).

#### I.5.4.2. Les cultures légumineuses (vesce)

Selon **Mebarkia (2011)**, les stades phénologiques observés sont :

- ❖ La date de levée (DLEV) est comptée en nombre de jours du semis à date de sortie de plus de 50% des plantules par écotype et par parcelle élémentaire.
- ❖ La date de début floraison (DF), évaluée par le nombre de jours de la date de levée à la sortie de la première inflorescence.
- ❖ La date de 100% floraison (100%F) est comptée en nombre de jours jusqu'à l'apparition de 100% fleurs.
- ❖ La date de pleine floraison (DPF) évaluée par le nombre de jours de la date de levée à l'apparition du maximum de fleurs.
- ❖ Date début formation des gousses (DFG) : nombre de jours de la levée à l'apparition de gousses.
- ❖ Date apparition des gousses (DAPPARGs)
- ❖ Date remplissage des gousses (DRGs)

❖ Date de maturité physiologique (DMPH) est comptée en nombre de jours de la date de levée au changement de couleur des gousses vers le jaune.

❖ Date de maturité complète (MCLeg) nombre de jours de la levée à la date du durcissement de la graine.

## I.5.5. Exigence de culture

### I.5.5.1. Céréale fourragère

#### I.5.5.1.1. Exigence de l'orge

Au début de la végétation l'orge n'est pas exigeant en température.

En présence de l'humidité nécessaire il commence à germer à partir de 0 à +1° C, la germination est beaucoup plus rapide, on estime que +16° à +18° C est la meilleure température pour la germination de l'orge.

- **Température :** Selon **Moule (1980)**, les sommes de températures exigées pour l'ensemble du cycle de la plante pour atteindre le niveau de rendement sont de 1600 à 1700 degré jours pour l'orge de printemps.

En zone tempérée, l'orge d'hiver a un cycle germination-maturité de 1900 à 2000 degrés jours (**Moule, 1980**).

D'après **Sinon et al, (1989)**, l'orge est plus sensible au froid que le blé, le zéro de végétation est voisin de 0°C. Suivant la sensibilité variétale, le seuil thermique des dégâts foliaires après le gel hivernal est voisin de -8°C et le seuil thermique de mortalité varié entre -12°C et -16°C.

- **L'eau :** L'orge nécessite en moyenne 450 à 500 mm d'eau pour produire 40 quintaux de grain et 3,5 tonnes de paille (**Moule, 1980**). Ces besoins sont généralement satisfaits quand il s'agit d'une orge d'hiver. Dans le cas de l'orge printemps, la pluviométrie ne peut les satisfaire, ce qui explique l'importance des réserves en eau du sol pour cette culture. D'autre part on doit signaler que les besoins en eau de l'orge sont surtout élevés dans le début de son développement (**Parts et Clément-Grand court, 1971**).
- **Sol :** L'orge s'accommode mal dans les sols lourds, argileux. Elle tire mieux parti des terres légères peu profondes et calcaires (**Soltner, 1988**).

D'après **Parts et Clément-Grand court, (1971)**, l'orge donne les meilleurs résultats dans les meilleures terres, mais elle tire profit, en bonne partie, des terres minces et

caillouteuses pourvu qu'elle dispose d'eau en assez grande quantité au début de son développement.

#### **I.5.5.1.2. Exigence de triticales**

- **Température :** Le triticales tolère le froid, sa culture est possible dans les altitudes dépassant les 1000 mètres, il peut être cultivé dans toutes les zones céréalières du Nord du pays, en fin de cycle, le triticales supporte mieux que le blé et l'orge les températures élevées. (ITGC, 2006). Selon (Larouche et al, 1984), le triticales nécessite des températures modérées pendant la phase de remplissage des grains et c'est la raison pour laquelle elle donne de bons rendements et d'une bonne qualité dans des zones froides. La température élevée pendant cette phase entraîne l'échaudage du gain.
- **L'eau :** Le triticales est assez résistant à la sécheresse, il se développe sous une pluviométrie supérieure à 250 mm. En plus, les triticales présentent un bon comportement dans des conditions de déficit hydrique (-40 mm) pendant la phase de maturité physiologique, les pertes en poids de milles grains n'excèdent pas 3g, alors qu'au même stade avec des déficits modérés (-15 à 30 mm), les pertes sur l'orge atteignent en moyenne 10 g, l'orge évite donc la sécheresse par sa précocité tandis que le triticales la tolère. Sa résistance à la sécheresse est meilleure que celle du blé mais moins bonne que celle du seigle (Larouche et al, 1984).
- **Le sol :** Est peu exigeant et supporte même certains types de sol particuliers, tels que les sols acides, les sols à forte capacité de rétention et les sols à salinité assez élevée. Cependant ils sont conseillés les sols peu profonds pour assurer une forte production en vert.

#### **I.5.5.2. Légumineux fourragères (vesce)**

- **Température :** La vesce pousse plutôt sous climat tempéré. En Europe occidentale, sur la bordure méditerranéenne et en Amérique. La résistance au froid est d'environ -5°C pour les types printemps et de -15°C pour les types hiver. Ces derniers n'ont toutefois pas besoin de printemps serait de 4°C (Duthil, 1967). In étude de comportement de quelques espèces fourragères en culture pure et en association.
- **L'eau :** Les vesces peuvent être cultivées dans les zones où les précipitations annuelles sont de l'ordre 250 à 650 mm Leur durée indéterminée de croissance et la

floraison permet de croître et de produire des semences supplémentaires à la fin du printemps si l'humidité du sol est adéquate et les températures sont douces (**Siddique, 2004**).

- **Le sol** : La vesce commune, pousse dans une large gamme de sols. Toutefois, la nodulation et la fixation de l'azote atmosphérique sont meilleures en sols alcalins au pH neutre à basique (pH=6à8). Les meilleurs rendements en matière sèche et en grain sont aussi obtenus en sols argilo-limoneux bien drainés (**Hamadache, 2016**).

### **I.5.6. Situation des productions fourragères**

Nous aborderons la situation des productions fourragères en fonction de la superficie qui leur est réservée, de la nature des espèces fourragères cultivées, de la conduite des cultures et l'utilisation de la production, de la qualité et de la méthode de conservation de la production. D'une manière générale, les cultures fourragères classiques ont augmentées en même temps que l'accroissement du cheptel, mais de façon moins rapide ; La vesce-avoine, l'orge, l'avoine sont cultivées, récoltées de façon telle qu'il s'agit le plus souvent de fourrages grossis.

Les graminées fourragères comme l'orge, l'avoine et parfois le triticale constituent des ressources très importantes utilisées en vert (pâturage et/ou fauche) ou en conserve (foin rarement ensilage). Ces graminées et leurs associations avec les légumineuses (vesce, pois, gesse) sont les cultures fourragères dominantes. Il faut souligner que l'orge sous toutes ses formes (pâturage en vert –gsil-, fauchée, en grain) constituer l'un des éléments clés des systèmes fourragères de l'Afrique du Nord (**Lelièvre, 1981 ; Abdelguerfi, 1992,1993 ; Pluinage, 1996 ; Abdelguerfi et Laouar, 1999**).

Les légumineuses constituent aussi une ressource assez importante. En hiver et au printemps, le bersim constitue souvent la seule ressource fourragère verte pour le cheptel bovin laitier. Il est relayé en été par la luzerne pérenne et le sorgho ou le sudan-grass dans certaines régions. Le maïs fourragère est rarement utilisé, surtout dans les rares endroits où l'eau ne constitue pas un facteur limitant (**Abdelguerfi et Laouar, 1999**).

Les possibilités d'amélioration de la production fourragères et pastorales sont énormes en Algérie. Ces possibilités seront abordées selon les grandes zones agro écologiques. Pour chaque grande zone, les différents aspects seront abordés. Quelques éléments nécessaires à une stratégie nationale seront mentionnés.

## I.6. Généralités sur les associations fourragères

### I.6.1. Définition d'une association

Les associations de cultures sont utilisées depuis l'aube de l'agriculture mais elles ont progressivement disparus avec l'intensification des agroécosystèmes, durant le 20<sup>ème</sup> siècle, au profit de systèmes fondés sur des peuplements cultivés mono spécifiques. Ces systèmes sont actuellement remis en cause avec l'émergence des préoccupations d'économie d'intrants, la nécessité d'amélioration l'efficience des facteurs de production et de préserver l'environnement et la biodiversité. De nombreuses études ont mis en évidence que les associations de cultures céréales-légumineuses seraient un moyen de mieux valoriser les ressources du milieu comparativement aux cultures « pure » ou mono spécifiques correspondantes (Willey, 1979 ; Ofori et Stern, 1987 ; Willey, 1990 ; Hauggaard-Nielsen et al., 2003 ; Bedoussac, 2009). Selon Willey (1979), une association est définie comme une culture simultanée de deux espèces ou plus sur la même surface pendant une période significative de leur cycle de croissance mais sans nécessaires être semés et récoltés en même temps.

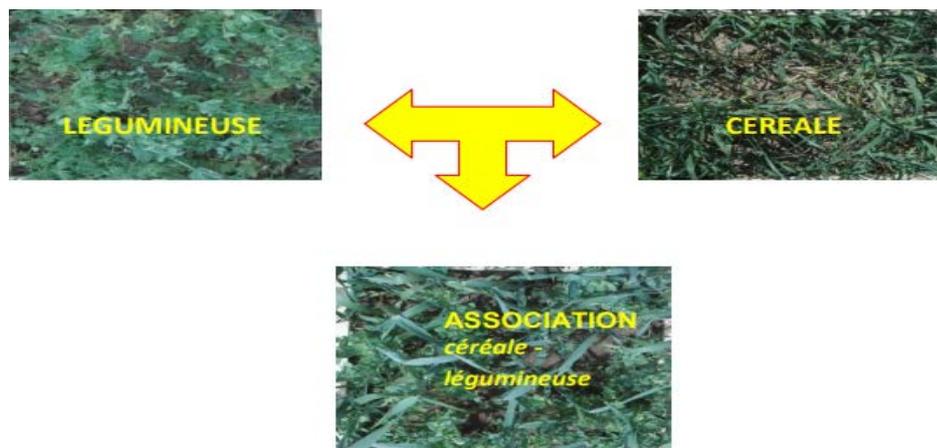


Figure n°04 : association légumineuse-céréale (Benider chafia, 2018)

### I.6.2. Intérêt de l'association

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

### **I.6.3. Les différents types d'associations**

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

#### **I.6.3.1. Les associations en mélange**

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



**Figure n°05** : représente l'association en mélange (**Benider chafia, 2018**)

#### **I.6.3.2. Les associations en rangs**

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



**Figure n°06** : représente l'association en rang (**Benider chafia, 2018**).

### **I.6.3.3. Les associations en bandes**

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



**Figure n°07** : représente l'association en bande (**Benider chafia, 2018**)

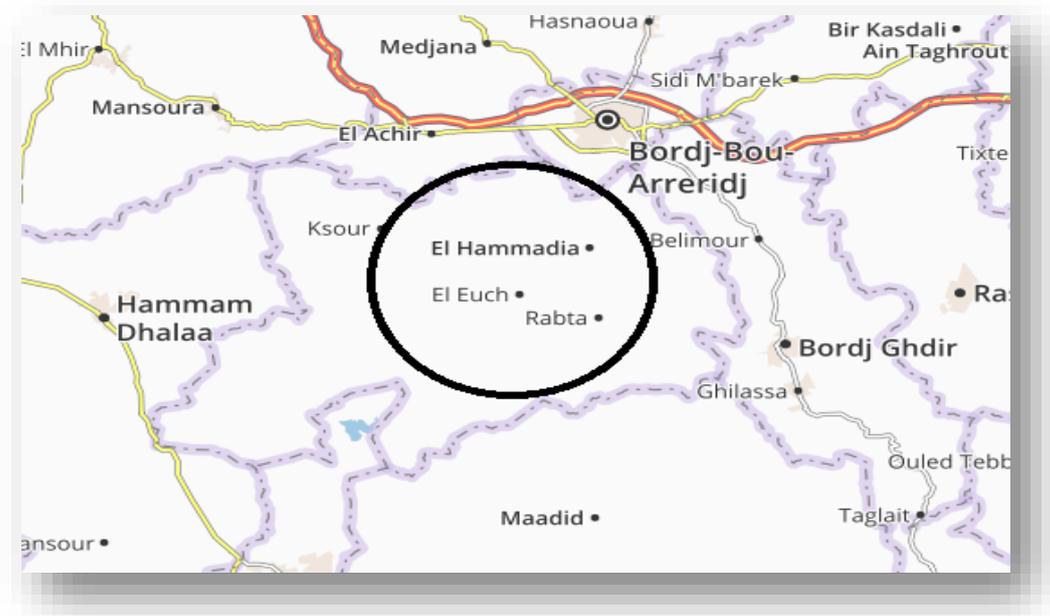
***CHAPITRE II MATERIELS  
ET METHODES***

## II.1. Site expérimentale

### II .1.1. Présentation de la zone d'étude (El Hammadia)

El Hammadia est une commune de la wilaya de Bordj-Bou-Argeridj en Algérie, Située au Sud du chef-lieu de la wilaya, elle constitue une zone " tampon " avec les régions steppiques du Hodna.

La Daïra à vocation agricole par excellence, elle tient des cultures céréalières et de la pratique pastorale, notamment l'élevage des ovins, mais ce n'est pas l'essentiel de son activité économique.



**Figure n°08** : Localisation de la daïra dans la wilaya de Bordj Bou Argeridj (google maps 2020).

### II.1.2. Localisation de l'essai

L'expérimentation a été effectuée dans la daïra d'Elhammadia au niveau de la ferme pilote Laabachi, cette dernière se situe à une altitude de 862m, à latitude de 35°58'74"N et la longitude 40°44'5"E, sur une surface de 77.5 m<sup>2</sup>, dans l'étage bioclimatique semi-aride.



Figure n°09 : Site de la ferme (Google Earth, 2020).

## II .2. Conditions climatiques

### II .2.1. Température

La température est l'élément le plus important du climat, étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (Dajoz, 2006). Elle caractérise avec l'humidité de l'air, le sol et le microclimat de biotope.

### II .2.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental car l'activité trophique et reproductrice des êtres vivants sont influencées par ces facteurs (Ramade, 1990), rapport qu'en méditerrané le régime des précipitations hivernal.

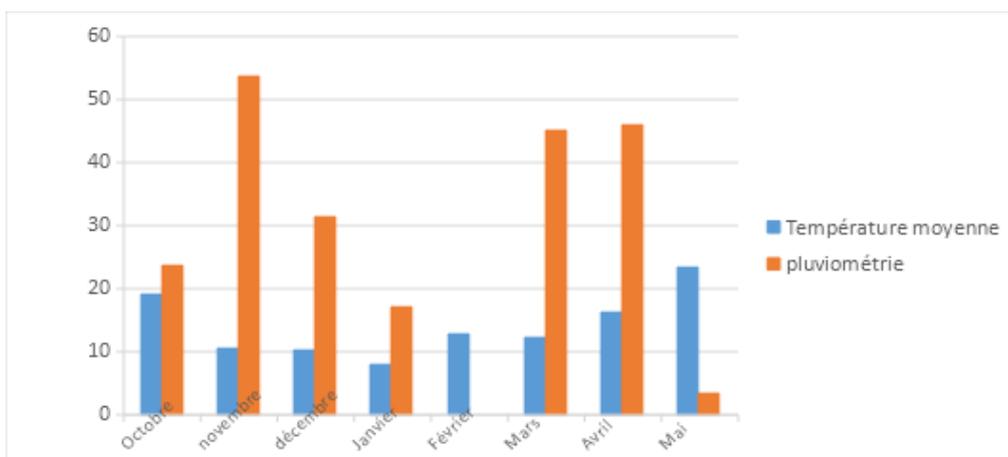


Figure n°10 : diagramme ombrothermique représente les changements climatiques de la région de BBA (2019/2020).

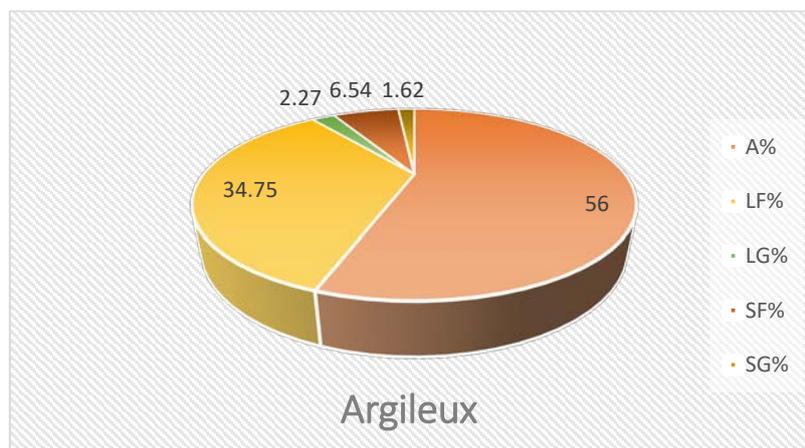
Les données climatiques enregistrées par la station météorologique de Boumergued BBA durant la campagne agricole 2019/2020, montre que Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 8,1°C. Mai est le plus chaud (23,5°C). Un cumul pluviométrique de 220,66 mm durant la période expérimentale (octobre à mai), la répartition de la pluviométrie est irrégulière, novembre est le mois pluvieux (53,74mm), et février le mois sec avec une pluviométrie de 0 mm Il apparait clairement que le climat dans la région d'étude est caractérisé par une grande variabilité intra et interannuelle.

## **II .3. Sol**

### **II.3.1. Analyse granulométrique du sol**

L'analyse granulométrique a pour but de séparer les différentes fractions minérales et les évaluer en pourcentages pondéraux de l'ensemble de l'échantillon (**Annexe1**).

La figure 11, montre les pourcentages de la composition du sol, où l'argile est dominant avec 56% qui donnent une texture argileuse.



**Figure n°11 : Analyse granulométrique du sol (Fertiel, 2019/2020 annaba).**

### **II.4.2. Analyses physico-chimiques du sol**

Selon l'analyse physico-chimique du sol faite par le laboratoire agronomique **Fertiel(2019/2020 annaba)**, une teneur faible en matière organique satisfaisante (1,85), pH basique de valeur moyenne de (7) et une conductivité électrique égale à 333µs/cm (**Annexe1**).

## **II .4. Matériel végétal**

Le matériel végétal est constitué de 3 variétés des graminées - légumineuse (orge, vesce, triticale).

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

---

Le matériel végétal employé dans cet essai est composé d'un seul écotype de vesce (vesce commune l'Origine Europe ; le Poids de 1000 graines 40g ; Faculté germinative 99%).

Combinée à deux graminées mentionnées (orge et triticale).

L'Orge (origine Moyen-Orient ; Poids de 1000 graines 20g ; Faculté germinative 99%) et le triticale (origine Europe ; Poids de 1000 graines 40g ; Faculté germinative 97%) ;(ITGC Sétif 2018\2019).



**Photos n°01 : Matériel végétal utilisé**

## **II.5. Expérimentation**

### **II.5.1. But expérimentale**

L'objectif de notre travail est de faire une comparaison de comportement entre les deux associations fourragères (orge-vesce et triticale-vesce) dans la région de BBA, sur quelques paramètres de croissance et de production.

### **II.5.2. Dispositif expérimental**

- L'essai a été conduit en plein champ dans la ferme (photo)
- L'essai est installé selon un dispositif en blocs complètement aléatoire avec 03 répétitions (blocs).
- Deux associations : orge-vesce (A1), et triticale-vesce (A2)
- Surface 77.5 m<sup>2</sup>
- Type de sol argileux.



Photos n°02 : Vue d'ensemble de l'essai (Original).

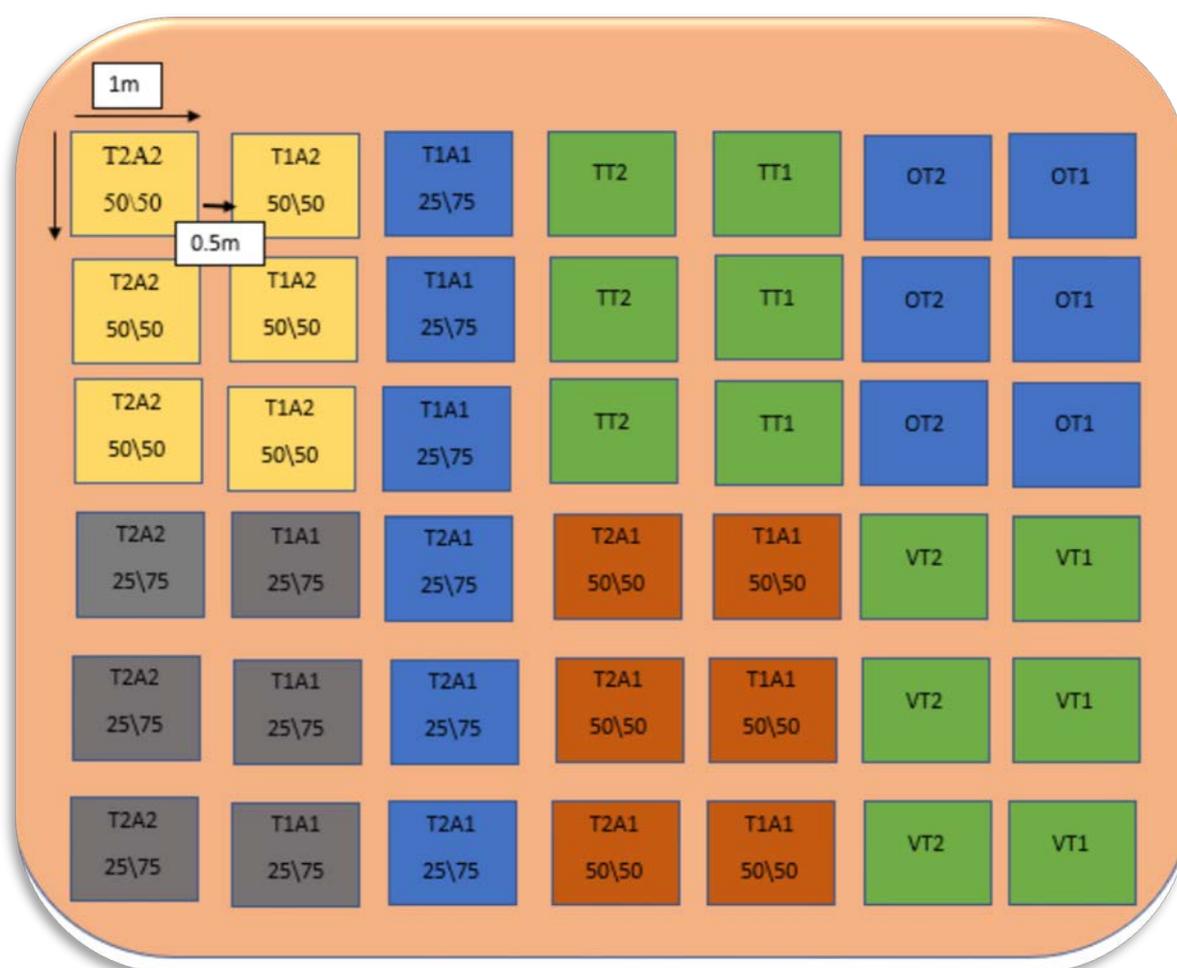


Figure n°12 : Dispositif expérimental.

O : orge.

**V** : vesce.

**T** : triticales.

**T1** : pluvial.

**T2** : irriguer.

**OV A1** : association (orge-vesce).

**TVA2** : association (triticales-vesce).

Ce dispositif expérimental divisée en 42 parcelles chaque une est composée par des variétés pures (300 g=100%) ou bien combinée avec eux (25 % 50% 75%).

On a 6 parcelles de la variété vesce pure 100% une parcelle pluviale T1 et l'autre irriguer T2 chaque une répéter trois fois.

Pour l'orge pure 100% en a 6 expérimentations (3 parcelles pluvial T1 et 3 parcelles irriguer T2), et les autres expérimentations représente une combinaison entre l'orge et la vesce (association OV A1 du 50% orge et 50% vesce trois répétitions pluvial T1 et irriguer T2) et (25% vesce 75% orge trois répétitions pluvial T1 et irriguer T2).

Pour le triticales pure 100% en a aussi 6 expérimentations (3 parcelles pluvial T1 et 3 parcelles irriguer T2), et les autres expérimentations représente une combinaison entre le triticales et la vesce (association TV A2 du 50% triticales et 50% vesce trois répétitions pluvial T1 et irriguer T2) et (25% vesce 75% triticales trois répétitions pluvial T1 et irriguer T2)

### **II.5.3. Conduite de la culture**

#### **II.5.3.1. Précédent cultural**

La ferme expérimentale pratique une rotation biennale céréale/ jachère travaillée.

#### **II.5.3.2. Préparation du sol**

Différentes techniques culturales ont été effectuées il s'agit de :

- Un labour a été réalisé à l'aide d'une charrue a disque puis un cover crop et enfin un passage par la herse, son but est de travailler profondément le sol, d'éliminer les obstacles structuraux et d'assurer une bonne infiltration des eaux et un meilleur développement du système racinaire.
- Traçage des parcelles élémentaires.

#### **II.5.3.3. Installation de la culture**

Le semis a été réalisé de façon manuelle à la volée le 09-11-2019 (**Annexe2**).

- Date de semis : 09-11-2019
- Date de Levée : 25-11-2019

## **II.6. Pilotage des irrigations**

Le calendrier d'irrigation a été effectué avec un logiciel CROPWAT 8.0 pour Windows est un programme informatique qui permet de calculer les besoins en eau des cultures et les besoins en irrigation à partir des données climatiques et culturales. De plus, le programme permet l'établissement de calendriers d'irrigation pour différentes conditions de gestion et le calcul de l'approvisionnement en eau de périmètres. (**Annexe 3**).

### **II.6.1. Matériel d'irrigation**

Les doses d'irrigation sont apportées manuellement à l'aide d'un seau.

## **II.7. Désherbage**

Cette opération consiste à réduire au maximum la présence de mauvaises herbes, manuellement ou l'aide de binettes. Le désherbage manuel est efficace, mais coûteux et consommateur de temps.



**Photos n°03 : Désherbage manuel (Original).**

## **II.8. Fertilisation**

Un sol fertile permet à la plante de trouver tous les éléments nécessaires à son développement. Il met à sa disposition de l'air de l'eau des éléments nutritifs indispensables et permet aux racines de se développer convenablement.

Au total, les quantités apportées sont comme suit :

Tableau n°03 : Doses de fertilisant.

Engrais	Date	Dose (g/m <sup>2</sup> )	Observations
Phosphactyle	08/11/2019	35	Engrais de fond
Azote (urée 46%)	16/01/2020	30	4 feuilles
Azote (urée 46%)	19/02/2020	30	Plein tallage

### II.8.1. Traitements phytosanitaires (accident et maladies)

L'orge était exposée à la maladie de rouille jaune, c'est une tache jaunâtre qui affecte les feuilles. Nous avons traité par un traitement phytosanitaire qui s'appelle Fongicide.

## II.9. Récolte

La récolte a été réalisée manuellement le 2 Mai 2019 au niveau de chaque micro parcelle pour servir à l'estimation du rendement en grains fourrage en vert. et la finale au 26 juin 2020.

## II.10. Paramètres mesurés

### II.10.1. Caractères morphologiques

- **Longueur de la plante (h en cm)**

La longueur représente la distance allant du ras du sol jusqu'au sommet de l'épi de fourrage ou le pied de la légumineuse. A maturité, la longueur de chaque répétition a été mesurée en centimètre à l'aide d'une règle graduée.

- **Nombre de grain/gousse (Nbrg/NbrG)**

Le nombre de grain par plant et nombre de gousse par pied est mesuré par comptage.

- **Matière sèche) biomasse F fourrage**

Le poids de la matière sèche total est mesuré à l'aide d'une balance qui enregistre le poids en gramme.

### II.10.2. Paramètres physiologiques

- **La teneur relative en eau TRE << % >>**

C'est l'un des principaux paramètres qui indique le niveau hydrique de la plante où

Encore la turgescence cellulaire. La teneur relative en eau de la feuille étandard a été déterminée par la méthode décrite par (Serries, 1992). Selon cette méthode, trois feuilles sont coupées à la base du limbe.

Le poids frais (PS) est obtenu par passage immédiatement de retour au laboratoire de l'université.

Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai contenant de l'eau distillée et Placées à l'obscurité dans un endroit frais, 24 heures, les feuilles sont retirées, passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, pesées de nouveau pour obtenir le poids turgide (PT) a saturation hydrique. Les feuilles sont enfin mises a l'étuve a 85°C pendant 24 heures et pesées pour avoir leur poids sec (PS). La teneur relative en eau est calculée par la formule de (Ali et al, 1999).

## **II.11. Exploitation des résultats par une étude statistique**

Pour mieux décrire les différentes variables morphologiques et physiologiques, nous avons calculé certains paramètres statistiques de base tels que la moyenne et l'écart -type qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne. Ces paramètres ont été calculés à l'aide des logiciels statistiques tels que Statistica et Minitab.17.

Pour confirmer qu'il y a absence ou présence de signification de l'effet de l'époque de semis sur les stades phénologiques nous avons eu recours à une analyse de la variance avec logiciel Statistica.

L'analyse de variance permet de tester la similitude de variable en termes statistiques. L'effet variable dépend de la probabilité de l'erreur réellement commise est :

- $P \geq 0.001$  très hautement significatif
- $P$  : Comprise entre 0.001 et 0,01 Hautement significatif
- $P$  : Comprise entre 0.01 et 0,05 significatif
- $P \leq 0,05$  non significatif

L'analyse de la variance est l'un des critères de classification. Les moyennes sont Comparées à l'aide des tests de **Wilks Lambda**, **Lawley Hotelling** et **Pillai's Trace**.

Ces tests sont des extensions de l'analyse de la variance, quand on a plusieurs variables qui ont été observées simultanément sur les mêmes individus.

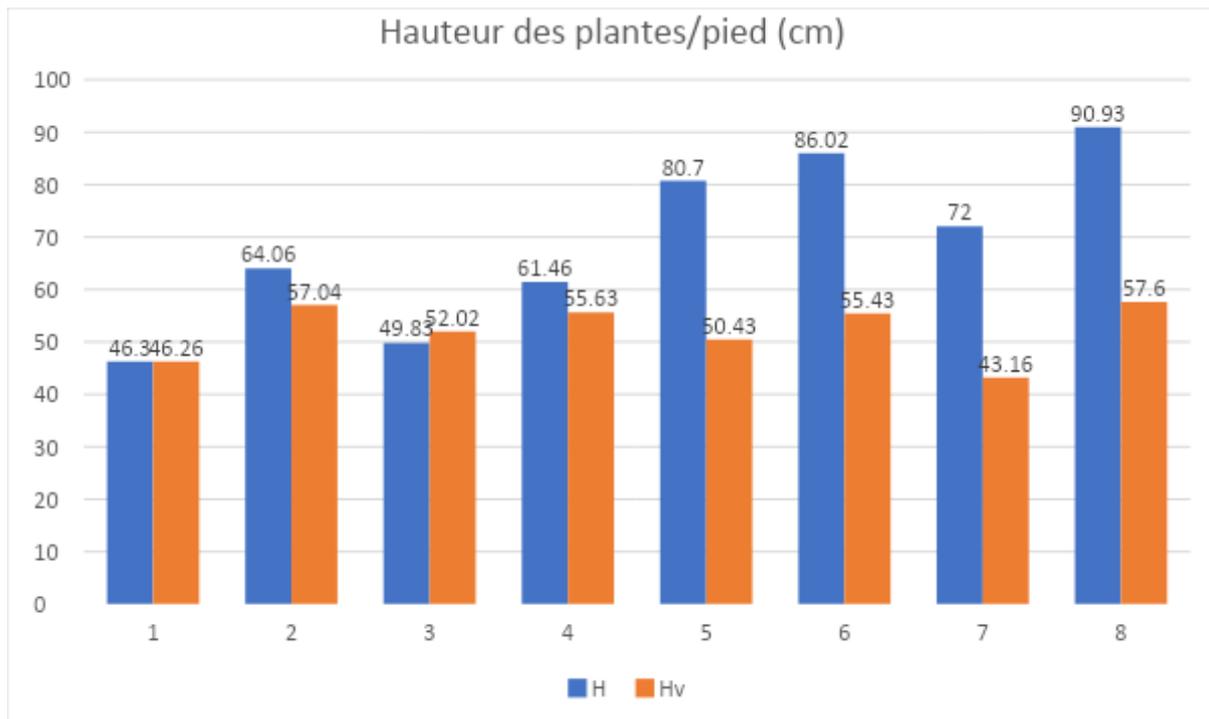
***CHAPITRE III***  
***RESULTATS ET***  
***DISCUSSIONS***

## Chapitre III : Résultats et Discussion

### III .1. Variation des caractères morphologiques

#### • Hauteur des plants/pied (cm)

L'analyse de la variance de la longueur de plante indique une différence non significative pour le composant traitement (**Annexe4**).



**Figure n°13** : Variation de la longueur des plantes totale chez cultures fourragères et la vesce dans les traitements chez les associations étudiées.

La figure montre que les longueurs chez l'association A1 (orge-vesce) en T1 est sont presque les mêmes avec T2, et dans l'association A2 (triticale-vesce) en T1 est aussi les mêmes longueurs avec T2.

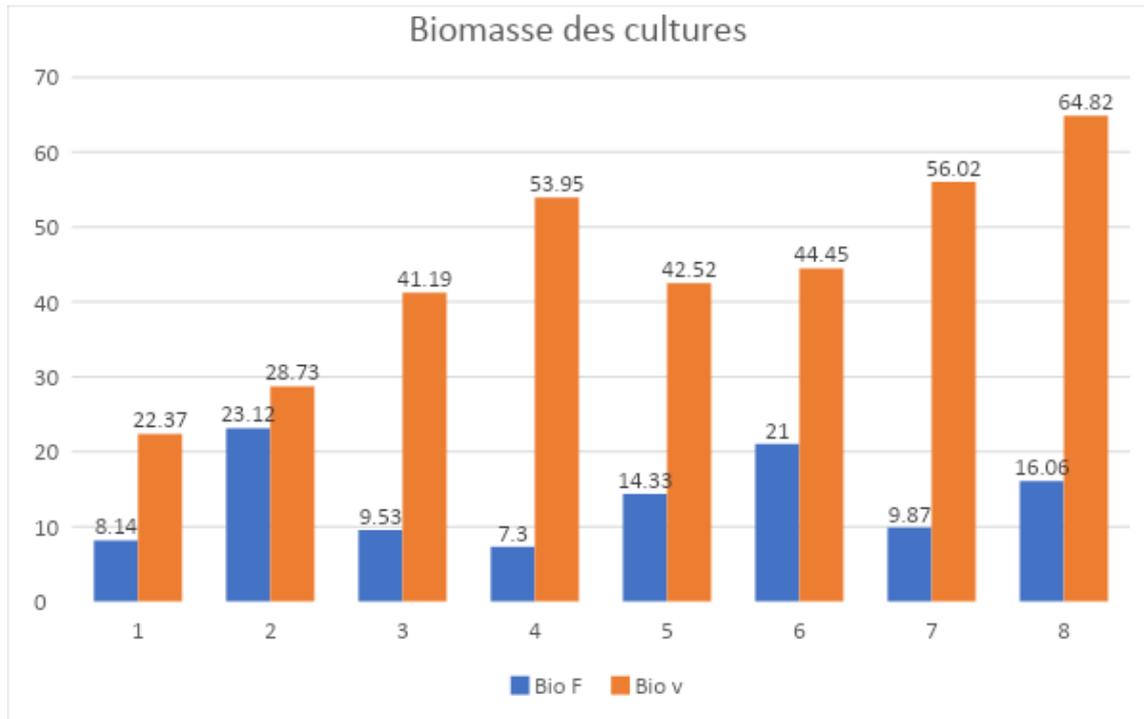
La probabilité P2 en T1 et T2 chez l'association A1 c'est mieux que P1, et la même chose chez l'association A2

L'association A2 elle donne les meilleures longueurs que l'association A1.

Ce résultat est confirmé par les résultats de l'année passée de mes collègues Nidal est Lamria qui se trouve que la hauteur de l'association de légumineuses est plus élevée.

- **Biomasse des cultures Fet v (q/ha)**

L'analyse de la variance indique une différence non significative pour l'association et les traitements (**Annexe4**).



**Figure n°14 :** Variation de la biomasse des cultures fourragères et la vesce dans les traitements chez les associations étudiées.

A partir des résultats observés, la valeur de biomasse chez l'association A1 en T1 est faible par rapport au T2, et la même chez l'association A2.

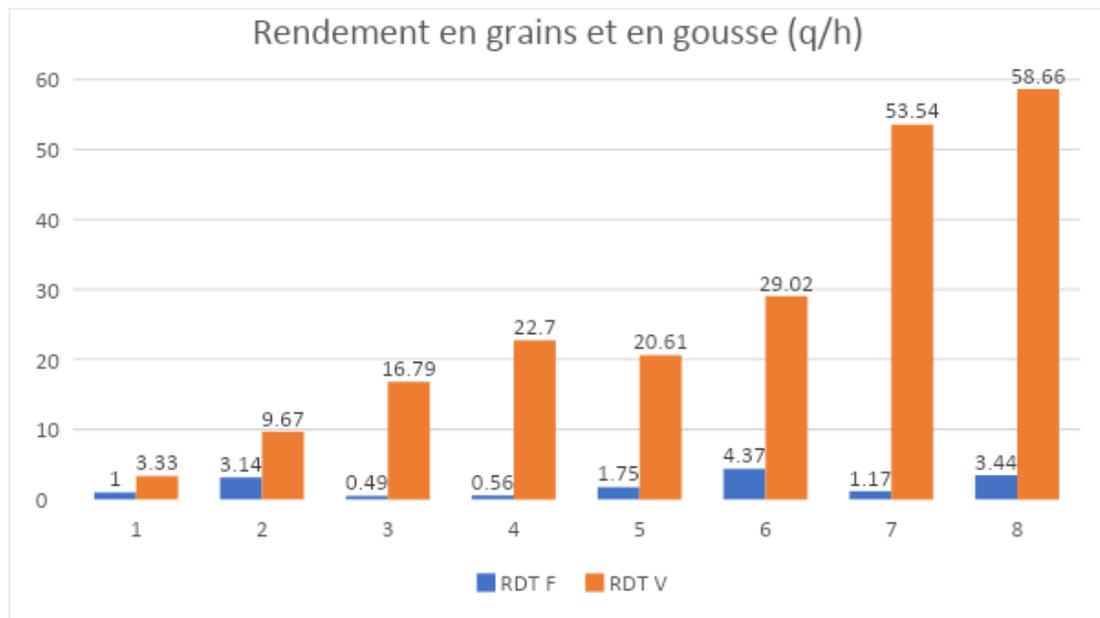
La valeur la plus élevée est enregistrée chez l'association A2 avec une moyenne de 64,82q/h en T2, et elle diminue chez l'association A1 avec une moyenne de 8,14 q/h et 7,3 q/h pour les deux traitements et les deux associations (A1, A2).

La probabilité P2 en T1 et T2 chez l'association A1 est toujours mieux que P1, et chez l'association A2 aussi P2 en T1 et T2 est supérieure que P1.

En conclure que l'association A2 donne la Grande quantité Concernant l'autre association A1.

- **Rendement en grains et en gousse (q/ha)**

L'analyse de la variance de rendement en grains et en gousse totale montre qu'il a une différence non significative pour les associations et les traitements (**Annexe4**).



**Figure n°15** : Variation de rendement en grains/gousses dans les traitements chez les associations étudiées.

L'observation de la figure précise clairement que le rendement en grains/gousse élevé est observé chez l'association A2 (vesce) de moyenne 58.66 q/h en T2 par contre il est très faible chez l'association en A1 et A2 dans les deux traitements.

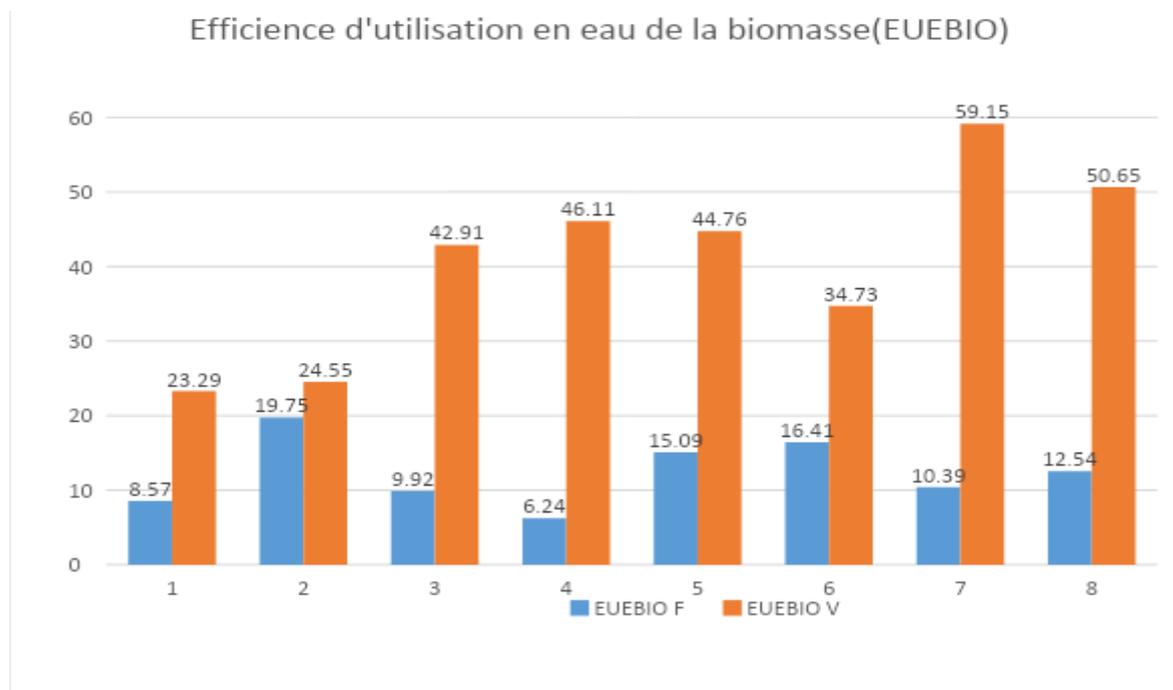
La probabilité P1 et P2 en T2 chez l'association A2 est la plus élevée par rapport à l'association A1 et les autres traitements.

Donc le rendement en grains/gousse de l'association A2 irriguée donne la grande quantité.

Le rendement en grains de l'association est intermédiaire entre le nombre de grains des constituants en culture pure, la faible contribution de la légumineuse semble être la cause de cette diminution notamment dans les associations avec les vesces ces résultats confirment ceux trouvés (**Hachmi, 1977 ; Zillinsky et Kohli, 1973**).

- **Efficiences d'utilisation en eau de la biomasse (EUEBIO)**

La variance de la teneur relative en eau indique une différence significative pour l'association et les traitements (**Annexe 4**).



**Figure n°16 :** Variation de l'efficiences d'utilisation en eau de la biomasse dans les traitements chez les associations étudiées.

A partir des résultats observés l'efficiences de la biomasse dans l'association A1 en T1 est moins que T2 mais dans l'association A2 en T1 et T2 presque les valeurs sont proches et très élevée para port à l'association A1.

Les valeurs de l'association A1 pluvial en P1 (50% ,50%) est très faible.

Selon **Hamrit (1989)**, le tonnage en matière sèche de la vesce associée au triticale est supérieur à celle de la vesce associée à l'orge, ce qui confirme nos résultats.

Au regard de ces résultats, il apparait clairement que les rendements en matière sèche des associations avec le pois fourrager sont en générale supérieur à ceux ou la vesce a été utilisé. Ceci confirme nettement la supériorité du potentiel fourrager du pois, en ce qui concerne la production de la matière sèche. Ces résultats sont conformité avec ceux obtenus au paravent, et ce pour les mêmes objectifs de Hamrit à savoir : trouver les meilleures associations entre légumineuses et graminées.

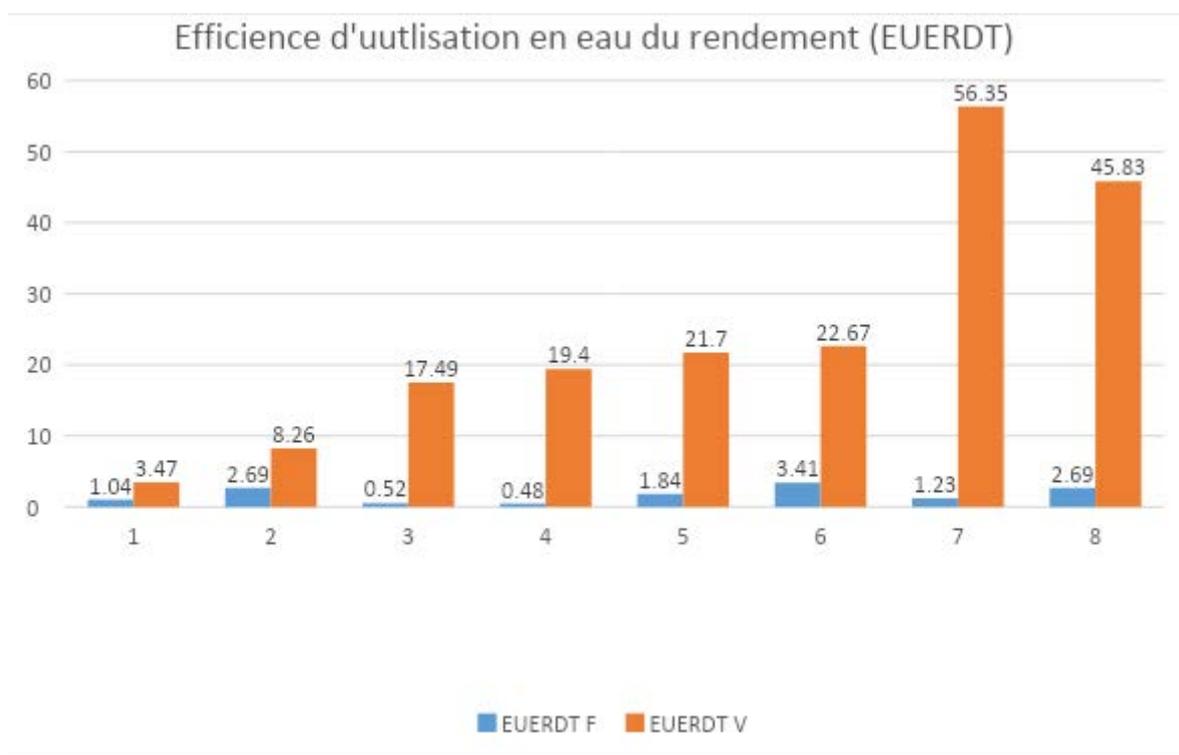
L'utilisation du triticale associée permet d'avoir des productions de matière sèche souvent supérieur en comparaison au blé et l'orge et l'avoine (**Lemaire, 2008**).

Le choix des espèces celui qui a un grand impact sur la production de matière sèche par hectare (**Surault et al, 2008**).

### **III .2. Variation des paramètres physiologique**

- **Efficienc e d'utilisation en eau du rendement (EUERDT)**

L'analyse de l'efficacit e en utilisation d'eau de rendement indique une différence non significative pour l'association et les traitements (**Annexe4**).



**Figure n°17 :** Variation de l'efficacit e de rendement en utilisation d'eau dans les traitements chez les associations étudiées.

L'efficacit e de rendement en utilisation d'eau présente des petites valeurs chez l'association A1 (orge-vesce) qui a enregistré une valeur de 0.52 % pour l'irriguer et 2.69% pour le pluviale.

Aussi, elle est faible chez l'association A2 (triticale-vesce) du 2.69 % dans le traitement irrigué et 3.41% dans Le pluviale.

La vesce en association (A2) possède une valeur comprise entre 56.35 % en culture irriguée et 21.7 % en culture non irriguée, par suite la vesce associée à l'orge (A1) avec une valeur de 8.26% en pluvial et 19.4% en irrigué.

D'après **Bajji et al, (2001)**, la teneur en eau des feuilles diminue proportionnellement avec la réduction d'eau contenue dans le sol. Selon (**Salfer et Andrade, 1990**), la diminution de la teneur en eau est plus rapide chez les espèces sensibles que chez les espèces résistantes. Cette dernière est considérée comme une contrainte à l'augmentation des rendements en zones semi-aride.

Donc, l'association, vesce-triticales qui a une teneur relative en eau importante est plus tolérante à la sécheresse.

# ***CONCLUSION***

## *Conclusion*

---

En Algérie, les légumineuses ont été peu utilisées dans la production fourragère malgré leur diversité. Les travaux présentés dans cette étude concernent l'insertion d'une légumineuse en association avec une plante commerciale céréalière. L'objectif de notre étude est de faire une comparaison de comportement entre les deux associations fourragères (orge-vesce et triticale-vesce) dans la région de BBA, sur quelques paramètres de croissance et de production.

Ce travail se présente comme une continuité à des travaux précédents qui consistent à promouvoir la production des cultures fourragères afin de satisfaire les besoins en alimentation animale d'un côté et d'améliorer les caractéristiques pédologiques notamment structurales des sols, d'un autre côté, sachant que la vesce, comme toutes les légumineuses, contribue sensiblement à l'amélioration de la fertilité des sols notamment dans son aspect fertilisation azotée.

Les résultats obtenus dans cette prospection indiquent que les espèces fourragères semées, comme la vesce, l'orge et le triticale présentent des caractéristiques agronomiques très intéressantes.

Nous pouvons dire que les principaux résultats obtenus concernaient quelques paramètres de croissance et de production. Exposés comme suit :

- ✓ L'association (triticale-vesce) donne les meilleures longueurs que l'association (orge-vesce).
- ✓ L'association (triticale-vesce) donne la Grande quantité de biomasse Concernant l'autre association (orge-vesce).
- ✓ L'association (triticale-vesce) donne le bon rendement en grain/gousse par rapport l'association (orge-vesce).
- ✓ Le tonnage en matière sèche de la vesce associée au triticale est supérieur à celle de la vesce associée à l'orge.
- ✓ L'association, vesce-triticale qui a une teneur relative en eau importante est plus tolérante à la sécheresse.
- ✓ L'association vesce–orge consomme moins d'eau que l'association vesce-triticale, mais de point de vue production de la matière sèche et le rendement en grain, l'association vesce-triticale est la plus productives, où le triticale s'adapte bien aux conditions d'excès d'eau pour une terre où le taux d'argile est élevé.

Enfin, notre expérimentation mérite d'être complétée par d'autres travaux ayant trait avec l'amélioration de l'alimentation animale notamment et ce, par le bon choix d'espèces

## ***Conclusion***

---

(légumineuse ou graminées), le bon itinéraire technique dont le bon choix de l'époque de semis serait une clé pour la réussite de ce type de culture.

### **Perspectives :**

\* Optimiser le fonctionnement et la performance des cultures associées dans le cadre de la conception de systèmes de cultures innovants répondant aux objectifs d'une agriculture plus durable en les testant chez les agriculteurs.

\* Approfondir l'étude des interactions rhizosphériques entre les légumineuses et céréales en culture mixte.

\* L'association vesce-triticales apparaît mieux adaptée aux systèmes de production et situations climatiques de la région semi-aride en vue de mieux valoriser les jachères permettent d'accroître la productivité dans les conditions de faible disponibilité en azote tout en garantissant une certaine stabilisation des rendements face aux aléas climatiques.

\* Nous conseillons l'agriculteur de choisir l'association vesce-triticales parce qu'elle donne un bon rendement.

***REFERENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***

**Abdelguerfi A., Laouar M., et M'hammedi Bouzina M. (2008).** Les productions fourragères et pastorales en Algérie : Situation et Possibilités d'Amélioration. Revue Semestrielle 'Agriculture & développement' (INVA, Alger), janvier 2008, 14-25p.

**Adem, R. & Ferrah A. 2002.** Les ressources fourragères en Algérie. Analyse du bilan fourrager pour l'année 2001 : <http://désertification.wordpress.com/2017/02/16/ressources-fourragères-en-algérie.gredaal.com/>.

**Ali M., Jensen C. R., Mogensen V.O. Et Bahrún A. (1999).** Drought adaptation of field grown wheat in relation to soil physical conditions. *Plant and soil* 208: 149-159p.

**Allen et Allen ., 1981.** The Leguminosae, a source book of characteristics, uses and nodulation. The University of Wisconsin press. Madison. Aminéschez 2 souches de *Rhizobium meliloti*. Mémoire de DES. Université d'Oran 66 pp

**Anonyme., 2015 :** Revue par OPU. Chapitre 10. LES CULTURES FOURRAGERES

**Bajji M., Lutts S & Kinet J-M. (2001).** Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum Desf*). Cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Sci.* 160:669-681p.

**Benniou, R. & Bernis, L. 2006.** Diversité des exploitations agricoles en région semi-aride algérienne. *Sécheresse*, 17, 3, 399-406.

**Benniou, R. 2012.** Agriculture conservation rôle of moisture and soil organic matter semi-arid. *Journal of Materials and Environmental Science*, 3(1) : 91-98.

**Bonjean A., 2001.** Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Eds. Le Perchec S., Guy P. et Fraval A. agriculture et biodiversité des plantes. Dossier de l'environnement de l'INRA, β1, β9-37.

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

**Crete P., 1965.** Précis de botanique. Systématique des angiospermes. Tome II. Ed. Masson et Cie, Paris. 429p.

**Crémer S, (2014).** Introduction à la reconnaissance des graminées, 1-2-3p.

**Dajoz R. (2006).** Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 8ème édition, 631p.

**Duthil J. (1967).** La Production Fourragère. Ed. J.B. BAILLIERE et FILS, Paris, 59 60p.

**FAO, 2000.** Are grasslands under threat? Brief analysis of FAO statistical data on pasture and fodder crops. 28p

## **Références bibliographiques**

---

- Feillet P. (2000).** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.
- Hamadache A. (2016).** Grande culture TOME III-ressources fourragères 2016.p 33 -145-211-215-227p.
- Hamrit S. (1989).** Evaluation de la production et valeur nutritive de six associations fourragères vesce-avoine, pois-avoine, vesce-triticales, pois-triticales, vesce-orge et pois-orge. Mémoire de fin d'étude.
- Hechmi N. (1999).** Etude comparée de quelques associations annuelles graminée – légumineuse en zone humide de Tunisie.
- Huyghe, C., 2003.** Les fourrages et la production de protéines. Fourrages, 174, 145-162.
- ITGC. 2009.**La politique du renouveau de l'économie agricole et rurale du ministère de l'agriculture et du développement rural. Volume 1. Céréaliculture. Revue technique et scientifique. Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC). . L'Algérie. Revue n° 52. ISSN 1011-9582. pp. 40-42.
- Guignard J.L., Dupont F., 2005 :** Botanique. 13ème Edition Masson. Sprent : 164-179 p
- Khaldoun, A., Bellah, F. & Amroun, R. 2000.** Perspectives de développement des cultures fourragères en Algérie. ITGC, Céréaliculture, N°34 : 40-46.
- Klein, R.M.1992.** Effects of green light on biological systems. Biol.Rev., 67:199-284.
- Klein et al. 2014 :** Les cultures fourragères H.-D. Klein, G. Rippstein, J. Huguenin, B. Toutain, H. Guerin, D. Louppe
- Lecomte, P. & Parache, P.1993.** L'association avoine/pois : une culture fourragère adaptée aux régions de demi-altitude et utilisable comme plante abri d'un semis fourrager. Fourrages, 134, 211-216
- Lemaire G. (2008).** Innovations Agronomiques. Sécheresse et production fourragère, 113p.
- Lithourgidis, A. S., Dordas, C. A., Damalas, C.A. & Vlachostergios, D.N. 2011.** Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture: A review Austr. J. Crop Science, 5: 396–410.
- Mebakia. (2011).** Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de vesces (*vicia sepp*) dans la région semi-aride de Sétif, 27p.
- Oukinder, M. & Jacquard, P. 1986.** Production et valeur nutritive de l'association vesce-avoine méditerranéenne. Fourrage, 105 :39-62.

## **Références bibliographiques**

---

**Oukinder, M. & Jacquard, P. 1988.** Modèle d'association graminée-legumineuse : le mélange vesce-avoine. *Revue Agronomie*, 8(2) :97-106.

**Ramade F. (1990).** Conservation des écosystèmes méditerranéens, enjeux et précipitations. Ed. Economica. Paris, fasc. 3, 144p

**Rasanen., 2002.** Biotic and abiotic factors influencing the development of N<sub>2</sub>-fixing symbioses between rhizobia and the woody legumes *Acacia*

**Russelle.,2001:** Alfalfa, *Am SCI* 89 :252-259

**Slafer G.A. et Andrade F.H. (1990).** Genetic improvement effect on preanthesis/phenological attributes.

**Schneider A., et Huyghe C. (2015).** Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, 11p.

**Senoussi, S. 2010.** Etude de la disponibilité des aliments de bétails dans les régions sahariennes : cas de la région de Souf. *Revue du chercheur*, 8 : 65-74

**Serries H. (1992).** Agro-physiological consequences of a divergent selection based on foliar desiccation in sunflower. In: *Physiology-breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments*. Eds. Acevedo

**Surault F., Baumont R., Aufrère J., Niderkorn V., Andueza D., Peccatte R., Delaby L., Pelletier P. (2008).** La diversité spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire, 199p.

**Siddique K. (2004).** Agriculture Western Australia and Centre for legumes in Méditerranéen agriculture and Iran Pritard, Plus Développement officer, Agriculture Western Australia Northam. Vue d'obtention de diplôme de docteur Vétérinaire. Université Saad Dahleb, Blida, 56p.

**Vandermeer, J.1989.** *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press. Cambridge, 237p.

**Vance, C.P. ,2001.** Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. *Plant nutrition in a world of declining renewable resources*. *Plant Physiol* 127, 390-397

**Vrignon-Brenas, S., Celette, F., Amossé, C. & David C.2016.** Effect of spring fertilization on ecosystem services of organic wheat and clover relay intercrops. *European Journal of Agronomy*, 73:73-82.

**Wattiaux et Howard, .2001:** *Technical Dairy Guide: Nutrition and Feeding*. University of Wisconsin

## ***Références bibliographiques***

---

**Willey, R. 1979.** Intercropping -Its importance and research needs. Part 1.  
Competition and yield advantages. Field crop abstracts, 32, 1-10. 256. Willey, R .1990.  
Resource use in intercropping systems. Agric. Water Manag., 17 :215- 231.

# ***ANNEXES***

**Annexe 1 : Résultats des analyses du sol étudié (Laboratoire agronomique Fertial 2018).**

**1- a-Résultats de l'analyse granulométrique des sols étudiés (laboratoire agronomique Fertail 2019/2020)**

Sols	% A	% LF	% LG	% SF	% SG	Texture
BBA	56	34,75	2,27	6,54	1,62	Argilo-limoneux

**1- b- Analyses physico-chimiques du sol**

Paramétrés / sols	BBA
Pheau	7,33
Phkcl	7
CE ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25 C°)	333
% CaCo3 total	19,33
%CaCo3 actif	7,04
N%	0,93
C%	0,72
MO%	1,85
C/N	8,29
P (ppm)	0,06
CEC (meq/1g de sol)	266,33
Ca++(meq /100 de sol)	39,9
Mg++ (meq/100g de sol)	0,97

**NB :** Valeur moyenne de trois répétitions

## Annexe 2 : Stade phonologiques

### 2-a-Orge/Triticale/association1/association2

Culture	Orge	Triticale	Association 1	Association 2
Stade	/	/	/	/
Semis	10/11/2019	10/11/2019	10/11/2019	10/11/2019
1 feuille	25/11/2019	25/11/2019	25/11/2019	25/11/2019
2 feuilles	04/12/2019	04/12/2019	04/12/2019	04/12/2019
3 feuilles	22/12/2019	22/12/2019	22/12/2019	22/12/2019
Début Tallage	26/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	26/12/2019
Plain Tallage	09/01/2020	09/01/2020	09/01/2020	09/01/2020
Montaison	03/03/2020	03/03/2020	03/03/2020	03/03/2020
Epiaison	01/04/2020	01/04/2020	01/04/2020	01/04/2020
Floraison	13/04/2020	13/04/2020	13/04/2020	13/04/2020
Grossissement	20/04/2020	20/04/2020	20/04/2020	20/04/2020
Récolte	26/06/2020	26/06/2020	26/06/2020	26/06/2020

### 2-b- Vesce

Culture	Vesce
Stade	
Semis	10/11/2019
Levée	25/11/2019
DF	22/03/2020
ILF	01/04/2020
DFG	13/04/2020
MC	09/05/2020

### 2-c- Résultat de mesure (orge et triticale)

Cultures	TALLAGE	MONTAISON	EPIAISON	FLORAISON	GROSSISSEMENT	Npl O/T
OT1	22.5	31.5	41.8	47.2	49.5	244
OT1	25.5	30.2	40.7	50.5	50.9	237
OT1	19.6	30.5	42.5	50.9	51.3	252
OT2	24.7	35.7	43.8	69.1	71.3	261
OT2	18	36.5	44.9	67.4	73.8	266
OT2	20	36.8	44.6	62.8	72.4	259
TT1	21.5	28.2	36.7	77.1	80.5	222
TT1	24	26.5	38.9	80.4	82.5	241
TT1	18.2	28.7	35.7	79.3	84.2	179
TT2	23.9	42.3	54.6	97.5	99.2	232
TT2	24.7	43.7	59.1	96.2	100.2	201
TT2	18.5	45.6	61.1	95.7	100.5	187

## Annexe 3 : Calendrier d'irrigation de la culture selon le logiciel Cropwat 8.0.

### 3-a-Association orge-vesce

	Orge				Vesce			Association
Mois	Décade	Phase	Pluie	Bes.Irr	Phase	Pluie	Bes.Irr	Bes.Irr(mm/déc)
Nov	2	Init	17,27	1.0	Init	17,27	1.4	1.4
Nov	3	Crois		0.0	Init		0.0	0
Nov	1	Crois	30,23	0.0	Crois	30,23	0.0	0
Déc	2	Crois		0.0	Crois		0.0	0
Déc	3	Mi-sais		0.0	Crois		0.0	0
Déc	1	Mi-sais	25,58	0.0	Mi-sais	25,58	0.0	0
Jan	2	Mi-sais		0.0	Mi-sais		0.0	0
Jan	3	Mi-sais		0.0	Mi-sais		0.0	0
Jan	1	Mi-sais	10,23	0.0	Mi-sais	10,23	0.0	0
Fév	2	Arr-sais		6.6	Arr-sais		6.7	6.7
Fév	3	Arr-sais		11.0	Arr-sais		10.0	11
Fév	1	Arr-sais	19,2	4.2	Arr-sais	19,2	2.8	4.2
Mar	2	Arr-sais		0.0	/	/	/	0
Mar	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>Totale</b>	/	/	<b>102,51</b>	<b>22.8</b>	/	<b>102,51</b>	<b>20.9</b>	<b>23.3</b>

### 3-b-Association triticale-vesce

	triticale				Vesce			Association
Mois	Décade	Phase	Pluie	Bes.Irr	Phase	Pluie	Bes.Irr	Bes.Irr(mm/déc)
Nov	1	Init	17,27	1.0	Init	17,27	1.4	1.4
Nov	2	Init		0.0	Init		0.0	0
Nov	3	Init	30,23	0.0	Crois	30,23	0.0	0
Déc	1	Crois		0.0	Crois		0.0	0
Déc	2	Crois		0.0	Crois		0.0	0
Déc	3	Crois	25,58	0.0	Mi-sais	25,58	0.0	0
Jan	1	Mi-sais		0.0	Mi-sais		0.0	0
Jan	2	Mi-sais		0.0	Mi-sais		0.0	0
Jan	3	Mi-sais	10,23	0.0	Mi-sais	10,23	0.0	0
Fév	1	Mi-sais		7.1	Arr-sais		6.7	7.1
Fév	2	Arr-sais		14.4	Arr-sais		10.0	14.4
Fév	3	Arr-sais	19,2	8.1	Arr-sais	19,2	2.8	8.1
Mar	1	Arr-sais		0.5	/		/	0.5
Mar	2	Arr-sais		/	/		/	/
<b>Totale</b>	/	/	<b>102,5</b>	<b>31.1</b>	/	<b>102,5</b>	<b>20.9</b>	<b>31.5</b>

**Annexe 4 : Analyse de signification des variables mesurés**  
**4-a-Tableau des paramètres mesurés des fourrages (orge et triticale)**

Source	ddl	H F	BIO F	RDT F	EUE BIO F	EUE RDT F
Asso	1	8775,0208ns	128,51108ns	23,074133ns	74,05301ns	14,918700ns
Tr	1	2173,5208ns	488,83568ns	37,878533ns	90,47521ns	16,147200ns
Asso*Tr	1	18,5008*	0,0270***	5,360033ns	12,18068***	1,498133*
Pro	1	6,9008*	429,24441ns	15,870000ns	321,88521ns	12,403333ns
Asso*Pro	1	18,0075*	19,48201***	1,872300*	9,66607***	1,470000*
Tr*Pro	1	39,9675ns	232,23201ns	4,392300**	147,63067ns	2,448033**
Asso*Tr*Pro	1	287,1408ns	207,58401ns	2,253333*	184,94601ns	1,872300*

**4-b-Tableau des paramètres mesurés de graminée (vesce)**

Source	ddl	H V	BIO V	RDT V	EUE BIO V	EUE RDT V
Asso	1	17,76333ns	2859,7969ns	8968,0669ns	2060,1061ns	7193,6930ns
Tr	1	867,00000ns	660,8252ns	498,8431ns	148,7552*	6,0634***
Asso*Tr	1	17,76333ns	54,9980***	1,2224***	396,6350ns	198,3720**
Pro	1	0,65333***	4573,5361ns	5948,3174ns	3831,6854ns	5163,8454ns
Asso*Pro	1	64,40333ns	74,9500***	976,1444ns	88,2919***	799,5169ns
Tr*Pro	1	2,25333***	128,6420*	10,3231***	9,1002***	154,8727**
Asso*Tr*Pro	1	220,16333ns	0,0631***	6,0919***	0,1387***	55,6852***

**Annexe5 : Quelques photos originales pendant l'expérimentation**



**Photo qui présente les différentes parcelles de notre expérimentation dans la ferme pilote de l'Hmadia.**



**Photo représente l'association orge-vesce (25/75) irrigué.**



**Photo représente la parcelle de la vesce pure avec le traitement de l'urée.**



**Photo représente une parcelle de l'orge pure contaminée par la maladie de rouille jaune.**



**Photo représente une parcelle irriguée de la vesce pure.**