



Projet de Fin d'Etudes
Licence Sciences & Techniques
Biotechnologie et Valorisation de Phyto-Ressources

Evaluation de différents géotypes de
***Vicia faba* L. en condition d'ombrage**

Présenté par : Et-Tamimi Meryem

Encadré par :

- Mr Fatemi Zaine El Abidine (INRA MEKNES)
- Mme Sqalli Houssaini Hakima (FST FES) - Mr Daoui khalid (INRA MEKNES)

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

- Mr Fatemi Zaine El Abidine (INRA MEKNES)
- Mme Sqalli Houssaini Hakima (FST FES)
- Mr Amrani Joutei Khalid (FST FES)

Année universitaire
2020/2021

Dédicaces

Aux deux êtres les plus chers au monde, ma mère et mon père, pour tout votre amour, votre soutien et votre stimulante fierté, pour vos sacrifices pour mon éducation et ma construction. Les mots sont faibles pour exprimer la force de mes sentiments et la reconnaissance que je vous porte.

À ma chère grande mère, pour votre amour que vous me portez depuis mon enfance. J'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Qu'ALLAH vous donne bonne santé.

À mes sœurs Ikram, Neama et Ibtissam : vous avez su me soutenir, m'aider et m'encourager durant les moments durs. Vous m'avez témoigné amour et fraternité en toutes circonstances de ma vie. Je vous témoigne ici de mon profond respect et mon amour.

À mes amies Noura, Nada, Karima et Houda. En reconnaissance de leur soutien, leurs conseils et de leurs encouragements continus. Merci pour tous les moments inoubliables que nous avons passés ensemble.

À mes respectueux enseignants, pour leurs efforts et leur disponibilité.

REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, je tiens à remercier chaleureusement, Monsieur **Fatemi Zain El Abidine**, chercheur à l'INRA du Meknès pour son encadrement tout long du stage, pour sa bienveillance et de m'avoir fait bénéficiaire de son expérience et sa compétence, son aide à l'élaboration et le suivi de ce projet malgré ses nombreuses occupations. Je le remercie aussi pour sa patience et sa gentillesse.*

*Mes remerciements s'adressant aussi à madame **Sqalli Houssaini Hakima** enseignants chercheur au département de biologie à la FST Fès pour ses remarques , ses conseils , sa disponibilité, ses éclaircissement, ses corrections et ses orientations. Pour le temps qu'elle a consacré pour réaliser ce travail au cours de son encadrement. La clarté et la précision de ce rapport montrent à quel point elle s'investi dans ce travail.*

*Mes considérablesremerciements également àmonsieur **Daoui Khalid** chercheur à l'INRA pour sesinformations qu'il m'a, à chaque fois, données. Je le remercie également de m'avoir guidé pourfaciliterla compréhension du sujet.*

*Je remercie vivement monsieur **Amrani Joutei Khalid**qui a bien accepté de lire et juger mon travail*

Un grand merci chaleureux à toute personne du Domaine expérimental de l'INRA Douyet.

Finalement, je remercier toute personne ayant contribué à la réalisation de ce projet, notamment, tous les membres de ma famille ainsi que tous mes amis.

Merci à vous

Liste des figures

		Page
Figure 1	Variation des précipitations au niveau du Domaine Expérimental de Douyet, durant la campagne 2020-2021.	11
Figure 2	Filet de 50 %.	12
Figure 3	Filet de 70 %.	12
Figure 4	Schéma du dispositif expérimental.	13
Figure 5	Schéma de la parcelle élémentaire (témoin).	13
Figure 6	Luxmètre.	14
Figure 7	Pied à coulisse.	14
Figure 8	Variation de la hauteur.	16
Figure 9	Variation de nombre de tige par plante.	16
Figure 10	Variation du nombre de gousses par tige principale.	17
Figure 11	Variation de nombre de gousses par tige secondaire.	17
Figure 12	Variation de nombre de nœuds fructifères par tige principale.	18
Figure 13	Variation de nombre de nœuds fructifères par tige secondaire.	18
Figure 14	Variation du range.	19
Figure 15	Variation du diamètre..	19
Figure 16	Variation de graines par tige principale.	20
Figure 17	Variation de graines par tige secondaire.	20
Figure 18	Variation de poids de graine par tige principale.	21
Figure 19	Variation de poids par tige secondaire.	21

Liste des tableaux

		Page
Tableau 1	Etapes de préparation de sol.	11
Tableau 2	Caractéristiques des variétés utilisées.	12
Tableau 3	Synthèse de l'analyse de la variance des caractères étudiés	15

Liste des abréviations

INRA : Institut national de recherches agronomique

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

SAU : Surface Agricole Utile

NS : Non significatif

Tp : Tige principale

Tp : Tige secondaire

Nb : Nombre

T1 : Traitement 1

T2 : Traitement 2

T3 : Traitement 3

Sommaire

	Page
Introduction générale	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
A. Généralités sur Vicia faba L.	2
I. Origine	2
II. Taxonomie de Vicia faba L.	2
III. Description botanique de Vicia faba	2
IV. Structure chromosomique chez Vicia faba	3
V. Système de reproduction chez Vicia faba L.	3
B. Culture de Vicia faba L.	4
I. Culture de la fève	4
II. Exigences Ecologique de la fève	4
III. Entretien de la culture de la fève	5
IV. des m Intérêts de la fève	5
V. Contraintes de la culture d la fève	6
C. Effet de l'ombre sur l'amélioration des légumineuses	8
I. Généralités sur le mode de culture	8
II. Effet résultant de l'ombrage	8
MATERIELS ET METHODES	
A. Caractérisation du site d'expérimentation	10
I. Localisation du domaine experimental douyet	10
II. Données pedoclimatiques de la station experimental	10
B. Modalités d'experimentation	11
I. Matériel végétal	11
II. Protocole expérimental	12
C. Notations et observations	13
I. Estimation de l'éclairement lumineux	13
II. Mesure des composantes de rendement	14
D. Analyse statistique des données	14
RESULTATS ET DISCUSSIONS	
A. Analyse de l'impact des effets ombrage et variété	15
B. Variance de composantes du rendement	16
I. Hauteur de la plante	16
II. Nombre de tiges par plantes	16
III. Nombre de gousses par tiges principale et secondaire	17
IV. Nombre de nœuds fructifère par tige principale et secondaire	18
V. Rang du 1 ^{er} nœuds fructifère de la tige principale	19
VI. Diamètre de la tige principale	19
VII. Nombre de graines par tige principale et secondaire	20
VIII. Poids des graines par tige principale et secondaire	21
C. Analyse des corrélations entre les paramètres étudié	22
Conclusion générale	23
Reference	24

INTRODUCTION GENERALE

Les légumineuses alimentaires sont considérées comme les plantes les plus cultivées par l'homme depuis longtemps. Elles occupent une grande place dans l'alimentation humaine et animale et elles jouent un rôle très important dans le développement de l'économie nationale de nombreux pays (Khaldi *et al.*, 2002).

Au Maroc, la culture des légumineuses alimentaires occupe 6 à 8 % de la SAU, soit la seconde place après les céréales (Fatemi, 1996). Malgré cette position, la situation actuelle des légumineuses alimentaires au Maroc est celle d'une offre locale en régression par rapport à une demande croissante.

La fève, *Vicia faba*, est la principale légumineuse alimentaire au Maroc. Elle occupe plus de 56% de la superficie totale en légumineuses, suivie du pois-chiche (19%), de lentille (14%) et du petit-pois (9%) (FAO, 2019). Sa production est concentrée dans la zone centre-nord à savoir Taounate, Taza et Fès.

Grace à ses multiples rôles sur le plan agrobiologique et socio-économique, la fève reste une composante essentielle dans les systèmes de productions agricoles marocaines. En plus, la fève constitue l'une des principales sources de protéines et d'énergie pour la consommation humaine et animale. Elle joue aussi un rôle très important dans la rotation des cultures, la fixation d'azote atmosphérique et dans la fertilité des sols. Cependant, la culture de la fève est sujette à une série de contraintes abiotiques (sécheresse, gelée...), et biotiques (maladies, insectes ravageurs, et plantes parasite). Ces contraintes provoquent des dommages très importants en champ, ainsi qu'en stockage (Hamadache, 2003).

Au Maroc, les systèmes d'agroforesteries (SAF) sont basés sur des interlignements des arbres et les cultures annuelles depuis plusieurs siècles. Dans ces systèmes, les arbres sont plantés en rangées, largement espacés, et ils représentent des environnements légèrement à modérément ombragés avec un microclimat modifié.

Notre stage est effectué au sein du Domaine expérimental de Douyet à l'Institut National de la Recherche Agronomique « INRA », dans le Laboratoire d'Amélioration de la fève et la féverole).

L'objectif de cette étude est de déterminer l'impact de l'ombre sur l'évaluation de six variétés de *Vicia faba* L., cultivées sous deux types de filets (50% et 90%) par rapport avec ceux en champ ensoleillé, en mesurant quelque paramètre de rendement.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

A. GENERALITES SUR *VICIA FAB* L.

I. ORIGINE

La plupart des formes primitives de la fève ont été trouvées dans la région d'Afghanistan et au Nord de l'Inde. Ce qui suggère que cette espèce a pris naissance dans le sub-continent indien et cultivée pendant la période Néolithique (Schultze-Motel, 1972).

Selon Mathon (1985), la fève est originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient. Elle s'est propagée vers l'Europe, le long du Nil, jusqu'en Éthiopie et de la Mésopotamie vers l'Inde (Cubero, 1974).

II. TAXONOMIE DE *VICIA FAB*

1. Classification de *Vicia faba* L.

D'après Reta Sanchez *et al.*, (2008), la fève est classée botaniquement comme suit :

Règne :	<i>Plantae</i>
Sous-Règne :	<i>Tracheobionta</i>
Division :	<i>Magnoliophyta</i>
Classe :	<i>Magnoliospsida</i>
Sous-classe :	<i>Rosidae</i>
Ordre :	Fabales
Famille :	<i>Fabaceae</i>
Genre :	<i>Vicia</i>
Espèce :	<i>Vicia faba</i> L.

2. Différentes variétés de *Vicia faba* L.

Selon plusieurs critères des gousses et des graines (Annexe 1), la fève est subdivisée en trois variétés (Nuessly, 2004) qui sont :

- ✓ *Vicia faba* variété *minor*, ou féverole dont les graines sont de petite taille ;
- ✓ *Vicia faba* variété *equina*, ou févette dont les grains sont de taille moyenne ;
- ✓ *Vicia faba* variété *major*, ou fève dont la taille des grains est importante.

III. DESCRIPTION BOTANIQUE DE *VICIA FAB* L.

1. Description de l'appareil végétatif

Vicia faba est une plante herbacée, annuelle avec une tige creuse d'une section carrée à croissance indéterminée. Le nombre de nœuds (végétative et reproducteurs) varie entre dix

et 40 selon les génotypes et les conditions de culture (Le Guen et Duc, 1992). Les feuilles sont composées, alternes, pennées, avec quatre à neuf folioles rarement unifoliées. Le système racinaire est pivotant à racicules très nombreuses. Il porte d'abondantes nodosités blanchâtres (Mesquida *et al*, 1990).

2. Description de la fleur

Les inflorescences sont des grappes de deux à dix fleurs, hermaphrodites, avec une structure papilionacée. La corolle est constituée de cinq pétales inégaux : un étendard, deux ailes latérales et deux inférieures soudées sur leurs bords externes constituant la carène. Le calice est formé de cinq sépales soudés. Chaque fleur comporte dix étamines. La plus haute est libre et les neuf autres unies en une gaine renfermant l'ovaire. L'unique ovaire comprend deux à neuf ovules, parfois dix (Bond et Poulsen, 1983).

Selon Duc (1997), les fleurs sont de couleur blanche ou violette et portent sur chaque aile une macule noire ou marron. La couleur des fleurs est un indicateur de la présence des tannins dans les téguments de la graine chez cette espèce (Singh et Tomer, 1988).

3. Description de fruit et des graines

Les gousses sont larges, charnue, plus ou moins longues (10 à 20 cm) et contiennent un nombre variable de graines de trois à neuf. Elles sont pourvues d'un bec et sont renflées au niveau des graines (Brink et Belay, 2006).

D'après Chaux et Foury (1994), les graines de *Vicia faba* L sont charnues, de couleur vert tendre à l'état mature. À complète maturité, les graines développent un tégument épais, coriace, de couleur brun-rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie.

IV. STRUCTURE CHROMOSOMIQUE CHEZ *VICIA FAB* L.

Vicia faba L. est une espèce diploïde, avec $n = 6$ chromosomes de grande taille. Ce sont des multi-brins sous forme super enroulée. La quantité d'ADN varie, dans une large mesure, d'une cellule à l'autre dans un même groupe d'organes. Cet ADN est représenté en grande partie, par l'ADN redondant ou répétitif (Le Guen et Duc, 1996).

V. SYSTEME DE REPRODUCTION CHEZ *VICIA FAB* L.

Vicia faba L. possède un système de reproduction intermédiaire entre l'autogamie et l'allogamie. L'allogamie est réalisée par les insectes pollinisateurs comme les abeilles et

les bourdons (Mesquida *et al.*, 1990). L'intervalle de variation du taux d'allogamie varie de 4 à 84 %, selon les auteurs. Pour Bond et Poulsen (1983), la valeur moyenne de l'allogamie a été estimée entre 30 à 60 %. Pour Suso *et al.*, (1996), le taux d'allogamie est évalué autour d'une moyenne de 50 %. Le taux d'allogamie dépend de l'interaction entre les visites des insectes pollinisateurs, l'ouverture des fleurs et l'autofertilité. Il varie aussi en fonction du génotype et du niveau d'autogamie (Laws, 1983).

B. CULTURE DE *VICIA FABAE* L.

I. CULTURE DE LA FÈVE

1. Préparation du lit de semences

Le lit de semence doit être assez fin pour permettre une imbibition et une levée homogènes. Ceci est réalisé par un labour moyen (charrue à disque), suivi d'un passage au cover-crop ou à l'araire (Sadiki et Lazrak, 1998).

2. Semis de la fève

- **Mode de semis** : Le semis doit être réalisé en lignes écartées de 40 à 50 cm (Annexe 2).
- **Date de semis** : La date de semis est située entre début de Novembre (semis précoce) et fin Décembre (semis tardif).
- **Dose de semis** : La densité de semis dépend des zones de cultures.

3. Fertilisation

La bonne gestion des éléments fertilisants exige de compenser leurs exportations par la culture. Il est admis qu'une tonne de graines de fève exporte environ 4 kg de phosphore, 10 kg potassium, 1,5 kg de soufre, et 1,3 kg de calcium (Bennasseur *et al.*, 2005). Tant que la fève a une capacité de fixer l'azote de l'aire, une faible quantité d'azote, ajoutée lors de la préparation du lit de semence, s'avère suffisante pour un bon démarrage de la croissance (Sadiki et Lazrak, 1998).

II. EXIGENCES ÉCOLOGIQUES DE LA FÈVE

1. Sols de culture

La fève préfère les sols argilo-limoneux à bonne capacité de rétention, dont le pH est neutre ou peu acide (Chaux et Foury, 1994). Elle croit mieux sur des sols à texture plus

lourde, En effet une rétention d'eau très importante entraîne un risque d'avortement des fleurs et des jeunes gousses (Gordon, 2004).

2. Climat

La fève supporte les faibles gelées ne dépassant pas -3°C . Les températures supérieures à 23°C sont néfastes pour la fève (Chaux et Foury, 1994). Une température moyenne aux alentours de 13°C est optimale pour la croissance de la fève. Une pluviométrie supérieure à 350 mm par an est nécessaire à un bon rendement (Jarso et Keneni, 2006).

3. Lumière

La fève se comporte comme une plante de jour se traduisant par une exigence importante en luminosité (Laumonier, 1979).

III. ENTRETIEN DE LA CULTURE DE LA FEVE

1. Irrigation

L'espèce est très exigeante en humidité du sol surtout pendant les périodes initiales de son développement. Les phases de floraison et de développement des gousses présentent une sensibilité élevée vis-à-vis d'un cas de stress hydrique, raison pour laquelle il faut intervenir par arrosage ou irrigation en cas de faible précipitation (Chaux et Foury, 1994).

2. Contrôle des mauvaises herbes

La première étape de la stratégie de désherbage est la prévention par la limitation des sources d'infestation. Le désherbage manuel reste une pratique très répandue chez les agriculteurs malgré son coût élevé permettant d'éviter des pertes importantes de rendement. Toutefois en haute densité, il est impératif de procéder au désherbage chimique (ICARDA, 2016).

IV. INTERETS DE LA CULTURE DE LA FEVE

Vicia faba L., est l'une des plus anciennes légumineuses alimentaires domestiquées. Son importance alimentaire et agronomique est reflétée par la superficie qu'elle occupe mondialement. La FAO déclare en 2018, 2,5 millions d'hectares, dans 65 pays, donnent une production totale de 5 millions de tonnes (FAOSTAT, 2018).

1. Intérêt agronomique

Vicia faba L., comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants et spécialement l'azote (Khaldi *et al.*, 2002). Elle améliore aussi sa structure du sol par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique (Hamadache, 2003). En effet, la fève a une capacité d'établir une symbiose fonctionnelle avec les espèces *Rhizobium*. Ces derniers peuvent infecter le système racinaire de *Vicia faba* L. et provoquer la formation des nodosités sur les racines en pénétrant par les poils racinaires et se transforment en « bactéroïdes » de plus grande taille (Bishnoi, 2012).

2. Intérêt alimentaires

Vicia faba L., est l'une des légumineuses à grains utilisée pour la consommation humaine et animale (Goyoaga *et al.*, 2011). Cette légumineuse a une teneur en protéine très élevée; Elle est une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucide complexe, de vitamines (B9 et C) et de minéraux, en particulière le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc (Gordon, 2004).

V. CONTRAINTES DE LA CULTURE DE LA FEVE

1. Contraintes abiotiques

- Sècheresse terminale :Elle constitue le stress abiotique le plus important pour *Vicia faba*L. (El Bouhamdi et Sadiki, 2002). Cette contrainte constitue un facteur limitant de la production dans les hauts plateaux et les plaines côtières, car la culture de la fève exige beaucoup d'eau (Gerard, 1990).
- Stress thermique :La culture de la fève est souvent soumise aux gelées printanières et au froid hivernal. Ces conditions peuvent constituer une contrainte pour la production en causant la coulure des fleurs et la mortalité des plantes (Zaghouane, 1991).

Les fortes chaleurs peuvent à leur tour causer un arrêt de croissance, une chlorose et peuvent même conduire au flétrissement de la culture. De même, la chaleur peut nuire à la qualité des graines, les rendant précocement amères et farineuses (Chaux et Foury, 1994).

- Stress hydrique :_La plus grande quantité d'eau prélevée dans le sol par les racines est perdue dans l'atmosphère par transpiration. Un déficit hydrique survient dans

une plante quand l'absorption ne peut plus satisfaire la demande de l'évapotranspiration. Il s'agit d'un phénomène courant durant le cycle de développement des plantes. Il est causé par la diminution d'eau dans le sol et par l'évaporation montante (Awadalla, 2007).

- **Stress salin** : C'est un problème spécifique des oasis dans lesquelles l'irrigation des cultures de fève est assurée par des eaux assez chargées en sodium. Le sel a des effets néfastes, sur la plante et sur les propriétés physicochimiques du sol, ceci cause la diminution de la productivité des cultures (Maatougui, 1996).

2. Contraintes biotiques

- **Maladies fongiques** (Annexe 3) : Plusieurs maladie sont responsables d'une grande partie des dégâts qui subit la culture de la fève au cours de son cycle de développement. Ces dégâts peuvent être causés par :
 - **La rouille** : est causée par *Uromyces viciae fabae*. Elle est très répandue dans le monde et constitue un facteur limitant pour la production des fèves.
 - **Le botrytis** : est la maladie des taches chocolatées. Elle est causée par *Botrytis fabae*. C'est l'une des maladies les plus dévastatrices de la fève (Maalouf, 2011). Elle cause des taches de couleur rouge-brun sur les feuilles, tiges et gousses.
 - **L'antracnose** : est entraînée par *Scophyta fabae*, en provoquant des petites taches marron-gris avec des ponctuations noires sur la plante.
 - **Le mildiou**: est causé par le champignon *Peronospora fabae*. Responsables des attaques précoces de mildiou qui entraînent la déformation des tiges et des feuilles (Chaux et Foury, 1994).
- **Orobanche**: C'est une plante parasite (Annexe 3) qui constitue le principal facteur limitant le développement de la culture de la fève, pouvant induire la destruction totale des champs (Sadiki et Lazrak, 1998).
- **Insectes ravageurs** : La fève souffre des attaques de plusieurs insectes (Annexe 3). La surveillance de ces derniers est primordiale à partir du stade début floraison. En plus des dégâts directs, ces ravageurs peuvent participer dans la transmission de plusieurs virus.

C. EFFET DE L'OMBRE SUR L'AMELIORATION DES LEGUMINEUSES

I. GENERALITES SUR LE MODE DE CULTURE

1. Agroforesterie

L'agroforesterie est un système intégré de gestion des ressources naturelles du territoire rurale qui repose sur l'association intentionnelle d'arbres ou d'arbuste à des cultures annuelles. Cette interaction permet de générer des bénéfices économiques, environnementaux et sociaux (Baets *et al.*, 2007). L'agroforesterie procure de nombreux avantages, telle que la protection des cultures, des animaux d'élevage, des sols et des cours d'eau. Elle permet également de diversifier les revenus agricoles par la production de bois et de produits forestiers non ligneux (Dupraz *et al.*, 2011).

Au Maroc, l'agroforesterie fait partie des paysages ruraux traditionnels. Elle est dominante dans les zones oasiennes, accidentées et arides où les agriculteurs cherchent à maximiser la rentabilité des terres agricoles et à augmenter l'efficacité d'utilisation des ressources (Daoui et Fatemi, 2014).

2. Système de cultures intercalaires

D'après Liebman et Dyck (1993), la culture intercalaire consiste à cultiver différentes espèces en large bandes, dans le même champ, en même temps. Les cultures peuvent être semées en même temps (cultures mixtes) ou peuvent être semées à différents moments (culture intercalaire relais).

La juxtaposition d'arbres et de cultures annuelles crée des écosystèmes agricoles adéquates et permet de diversifier les revenus agricoles. Les cultures intercalaires remplissent également des fonctions environnementales : l'amélioration des habitats fauniques, la réduction de l'érosion et de la pollution (Garrett *et al.*, 2000).

II. EFFET RESULTANT DE L'OMBRAGE

Dans les systèmes agroforestiers, les arbres et les cultures sont intégrés et présentent des environnements légèrement à modérément ombragés avec un microclimat modifié. Comparativement aux champs ouverts, dans l'environnement ombragé, le taux de l'humidité du sol est plus élevée et la quantité de la lumière réduite.

L'ombre des arbres est un facteur important dans les systèmes des cultures intercalaires, car ils interceptent 25 à 88% du rayonnement (Devkota *et al.*, 2009). De même, les plantes

cultivées dans des environnements ombragés modifient leurs caractéristiques nutritionnelles et productives. Cela signifie que les plantes, qui poussent dans des espaces ombragés, présentent des variations dans sa qualité morphologique et physiologique par rapport aux plantes qui se développent en plein soleil (Gobbi, 2010).

La concentration supérieure en protéines des légumineuses est généralement attribuée à la fixation symbiotique de l'azote. Toutefois, cette fixation est un processus très énergivore et souvent réduite dans des conditions ombragées (Lawn et Brun, 1974).

Hight *et al.*, (1968) ont constaté que l'ombre réduisait les hydrates de carbone solubles totaux et l'apport alimentaire volontaire des légumineuses.

Chabot et Chabot (1977) ont rapporté que l'ombre réduit le rapport entre le tissu mésophylle facilement digéré, par rapport à l'épiderme.

MATERIELS ET METHODES

L'objectif poursuivi dans le cadre de notre étude est d'analyser certains paramètres morphologiques, afin de mettre en évidence l'effet de l'ombrage et du génotype sur la production de fève et de féverole.

A. CARACTERISATION DU SITE D'EXPERIMENTATION

I. LOCALISATION DU DOMAINE EXPERIMENTAL DOUJET

La présente étude est entièrement réalisée au sein de l'Institut National de la Recherche Agronomique "INRA" dans le Domaine Expérimental de Douyet (Fès). Ce dernier est géographiquement situé à 34°04'N, 5°07'W.

Il s'agit d'un domaine expérimental implanté en zone Bour favorable de la plaine du Sais (Province de Moulay Yaacoub - Wilaya de Fès Meknès). La superficie totale est de 440 ha. L'altitude s'élève à 416 m.

II. DONNEES PEDOCLIMATIQUES DE LA STATION EXPERIMENTALE

Le domaine expérimental de Douyet est caractérisé par un ensemble de conditions de température, de pluviométrie et caractéristiques pédologiques, donnant ainsi naissance aux caractéristiques pédoclimatiques de la station.

Le sol est argilo-calcaire, très fertile et bien profond. La pluviométrie moyenne (sur 40 ans) est de 510mm. La température est de type méditerranéenne à Hivers froid et à Eté chaud et sec avec un maximum de 46°C et un minimum de 3°C. La température moyenne varie entre 10 et 27°C.

La campagne agricole de cette année, présentent les meilleures conditions pour une évolution positive et un bon développement des légumineuses (Figure 1). De fortes pluies sont enregistrées au mois d'Avril 2021. Ce qui coïncide avec la période de remplissage des gousses pour les fèves et les féveroles. Décembre est le mois au cours duquel de faibles précipitations sont enregistrées (19,5 mm).

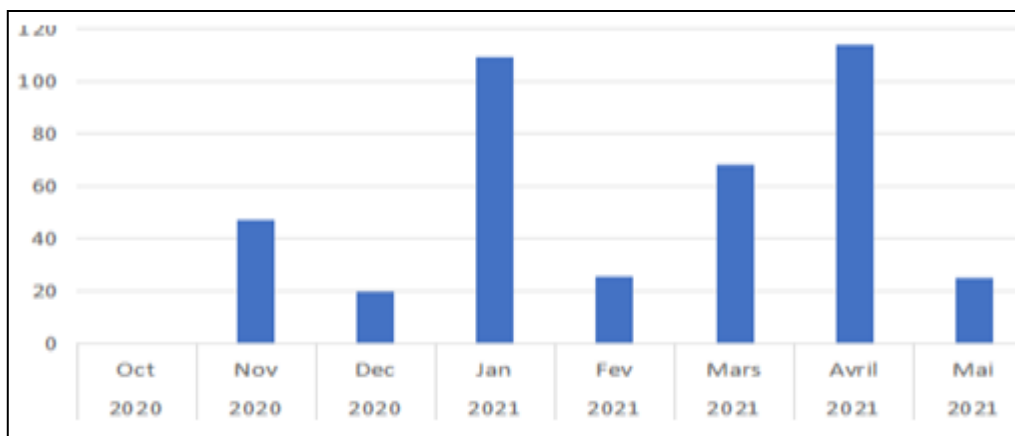


Figure 1 : Variation des précipitations au niveau du Domaine Expérimental de Douyet, durant la campagne 2020-2021.

B. MODALITES D'EXPERIMENTATION

I. MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de 6 variétés (quatre fève, une févrette et une féverole) de *Vicia faba* L., disposées aléatoirement en Split-plot. Le nom et les caractéristiques de ces variétés sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des variétés utilisées.

N° de variété	Nom	Type	Caractéristiques
V ₁	Aguadulce	Fève	Plante productive à larges gousses de 2 cm et atteignant environ 35 à 40 cm. Les gousses renferment 7 à 9 graines assez volumineux et charnus.
V ₂	Extra Hative		Variété précoce donnant des gousses d'environ 24 à 26 cm contenant de gros graines blancs.
V ₃	Hiba		Plante productive. Les gousses sont retombantes et rugeuses. Les graines sont beiges et aplaties
V ₄	Defes		Variété demi précoce. Les gousses sont moyennes à larges. Les graines sont petites, aplaties et beiges
V ₅	Alfia17	févrette	Variété tardive donnant des gousses courtes contenant des graines beiges avec une grosseur moyenne.
V ₆	Zina	Féverole	Plante productive. Les gousses sont demi retombantes et rugeuses. Les graines sont beiges légèrement aplaties.

II. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1. Préparation de sol

Avant la mise en culture des semences, plusieurs étapes de préparation du sol sont suivies. Le tableau 2 récapitule l'ensemble des opérations appliquées.

Tableau 2 : Etapes de préparation de sol.

Date	Opération
1/10/2020	Labour profonds 3 disques
13/10/2020	Couver-crop (croisse)
25/10/2020	Epannage engrais
3/11/2020	Enfouissement engrais (couver_crop)
13/11/2020	Semis de fève
10/02/2021	Désherbage manuel
02/03/2021	Traitement d'Orobanche
27/03/2021	Traitement d'insecticide

2. Traitements étudiés et dispositif expérimental

1.1. Traitements étudiés

Nous avons utilisé deux traitements d'ombrage (Filet) avec un témoin en plein soleil. À savoir, le 1^{er} traitement fait avec un filet de 50% d'ombrage (Figure 2), alors que le 2^{ème} est fait avec un filet de 90 % d'ombrage (Figure 3).



Figure 2 : Filet de 50%.

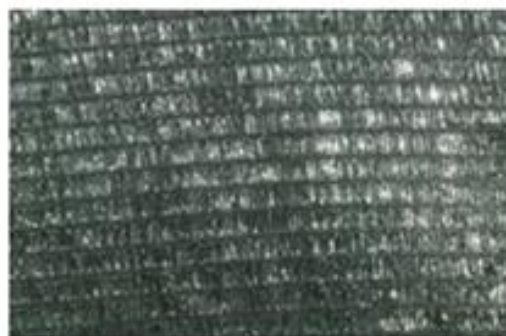


Figure 3 : Filet de 90 %.

1.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en Split-plot à deux répétitions (Figure 4). Le traitement de l'ombrage (T_1 : témoin, T_2 : traitement d'ombrage de 50%, T_3 : traitement d'ombrage de 90%) est installé en grande parcelle. Les six variétés de fève, féverole et de févrette sont installées en petite parcelle (Figure 5). Chaque variété est cultivée en 6 lignes de 4m de longueur. La distance entre les lignes est de 60 cm.

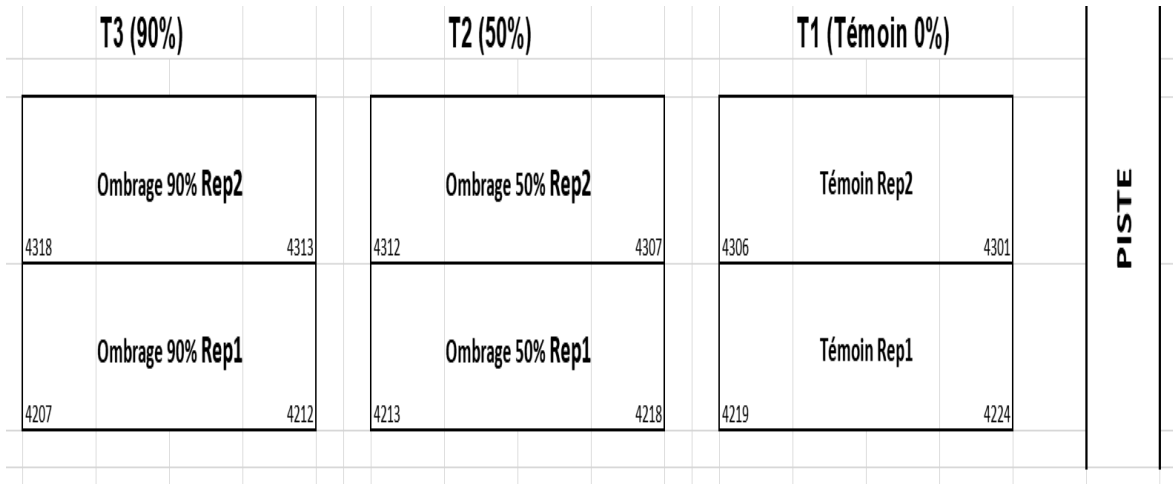


Figure 4 : Schéma du dispositif expérimental.

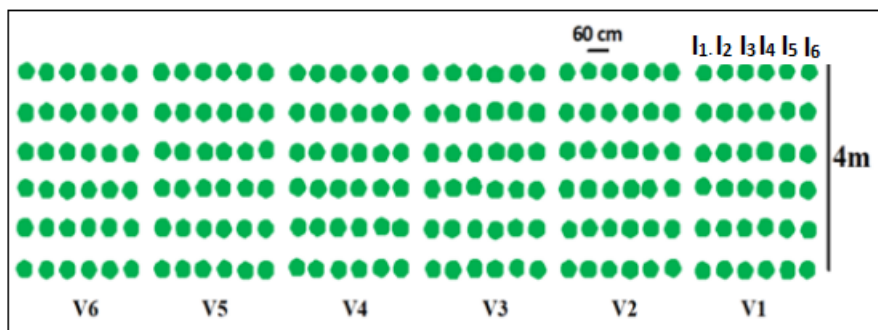


Figure 5 : Schéma de la parcelle élémentaire (témoin).

l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 et l_6 sont les six lignes des chaque variété.

C. NOTATIONS ET OBSERVATIONS

I. ESTIMATION DE L'ÉCLAIREMENT LUMINEUX

Au cours de ce travail, nous avons mesuré l'éclairement lumineux reçu par unité de surface dans le spectre visible à l'aide d'un luxmètre (Figure 6). C'est un capteur permettant de mesurer la quantité de la lumière.



Figure 6 : Luxmètre



Figure 7 : Pied à coulisse.

II. MESURE DES COMPOSANTES DE RENDEMENT

À la maturité, nous avons mesuré pour chaque plante, les composantes de rendement suivantes :

- Hauteur de la plante (cm);
- Nombre de tiges;
- Nombre de nœuds par tige principale;
- Nombre de nœuds par tige secondaire;
- Position de premier nœud fructifère;
- Nombre de gousses par tige principale;
- Nombre de gousses par tige secondaire;
- Nombre de graines par tige principale;
- Nombre de graines par tige secondaire;
- Poids de graines pour chaque plante;
- Diamètre de la tige. Cette mesure est effectuée au niveau du 4^{ème} nœud à l'aide du pied à coulisse électronique (Figure 7) avec une précision de 0,01 mm.

Ces mesures sont collectées sur cinq plantes prises au hasard au sein de 4 lignes centrales par parcelle élémentaire.

D. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les données collectées de l'expérimentation sont analysées par le logiciel Excel. L'analyse de variance est réalisée avec le logiciel IBM SPSS.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

A. ANALYSE DE L'IMPACT D'OMBRAGE ET DE LA VARIÉTÉ

Les résultats de l'analyse de la variance sont résumés dans le tableau 3. Les valeurs p et leurs significations permettent de savoir si les paramètres étudiés ont un effet significatif ou non sur les variables considérées. Le seuil d'erreur est $\alpha = 0,05$.

Tableau 3 : Synthèse de l'analyse de la variance des caractères étudiés

Variables dépendante	Variété		Ombrage		Variété x Ombrage	
	<i>P</i> value	Signification	<i>P</i> value	Signification	<i>P</i> value	Signification
Hauteur	0,0001	***	,419	NS	0,001	***
Nb de tiges/plante	0,999	NS	0,244	NS	0,913	NS
Nb de gousses/TP	0,0001	***	0,303	NS	0,327	NS
Nb de gousses/TS	0,0001	***	0,034	*	0,230	NS
Nb de nœuds fructifères/ TP	0,0001	***	0,571	NS	0,014	*
Nb de nœuds fructifères/ TS	0,0001	***	0,028	*	0,225	NS
Rang TP	0,0001	***	0,149	NS	0,358	NS
Diamètre	0,0001	***	0,685	NS	0,067	NS
Nb de graines/TP	0,0001	***	0,512	NS	0,063	NS
Nb de graines/TS	0,0001	***	0,078	NS	0,135	NS
Poids des graines/TP	0,0001	***	0,068	NS	0,276	NS
Poids des graines/TS	0,067	NS	0,046	*	0,784	NS

NS : Non significative ** : hautement significatif

* : Significative *** : très hautement significatif

L'analyse de la variance de l'effet variété nous a permis de signaler des effets très hautement significative sur la majorité des variables, sauf pour le Rang du 1^{er} nœud fructifère de la tige principale et pour le poids de graines par tige secondaire (Tableau 3). Alors que l'ombrage n'a révélé aucune influence significative sur les variables étudiées, à l'exception du nombre des nœuds fructifères, du nombre de graines et du poids des graines sur les tiges secondaires. De même, l'interaction bi factorielle ombrage-variété a un effet Non significatif sauf pour la hauteur qui a un effet très hautement significatif et pour le nombre de nœuds fructifère qui est significative.

B. VARIANCE DE COMPSANTES DU RENDEMENT

I. HAUTEUR DE LA PLANTE

La figure 8 montre que la taille de la plante varie entre 58 cm et 95 cm. Nous avons remarqué une hauteur très élevée pour la variété V2 dans le traitement T et T2. Par contre la variété V4 a enregistré la hauteur la plus faible dans T2. La variété V1 a une hauteur presque égale pour les trois traitements.

On constate donc que l'ombre a un effet bénéfique sur la hauteur de la plante surtout pour les plantes cultivées dans le traitement T2 (50%).

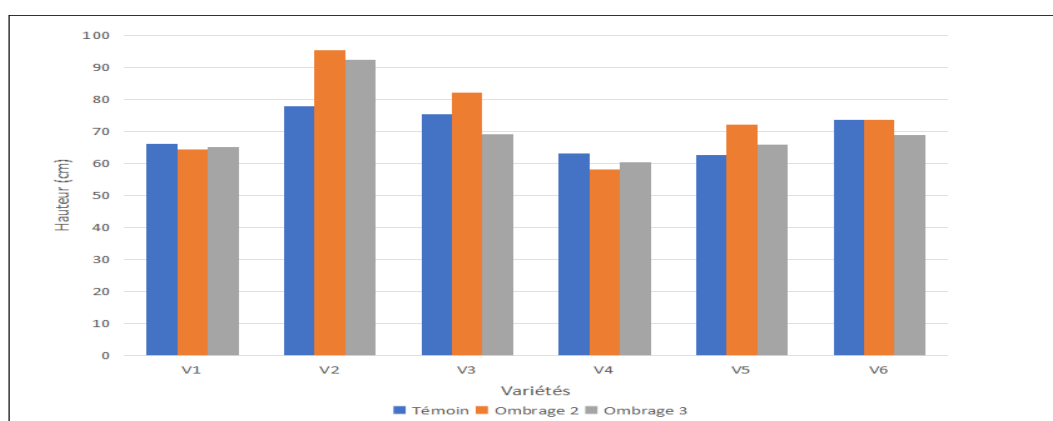


Figure 8 : Variation de la hauteur.

II. NOMBRE DE TIGES PAR PLANTE

Dans la figure 9, on observe que le nombre de tiges est presque identique pour toutes les variétés concernant le témoin. Ce nombre est légèrement réduit dans le cas du traitement T2 et encore plus dans le cas du traitement T3.

Pour la hauteur, l'ombre a des effets presque similaires à celle de témoin T. Dont la variété V4 a enregistré une valeur plus élevée dans le traitement ombragé 2.

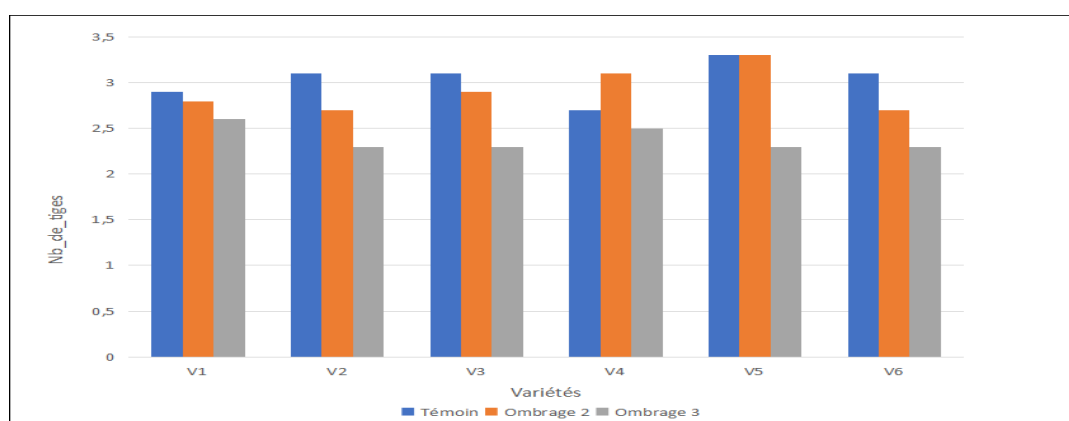


Figure 9 : Variation du nombre de tige par plante.

III. NOMBRE DE GOUSSES PAR TIGES PRINCIPALE ET SECONDAIRES

D'après la figure 10, nous constatons que le nombre moyen de gousses par tige principale varie entre 7 et 9 pour la majorité des variétés sauf à l'exception de variété 1 et 2 qui ont une moyenne faible. Tant que la valeur la plus élevée est réalisée par les variétés 5 et 3. En générale, les plantes cultivées dans le témoin (sans ombrage) donnent une moyenne plus élevée par rapport à celle d'ombrage. Sauf pour la variété V1 qui avait un grand nombre de gousses dans le traitement T3, mais il reste diminué par rapport à les autres.

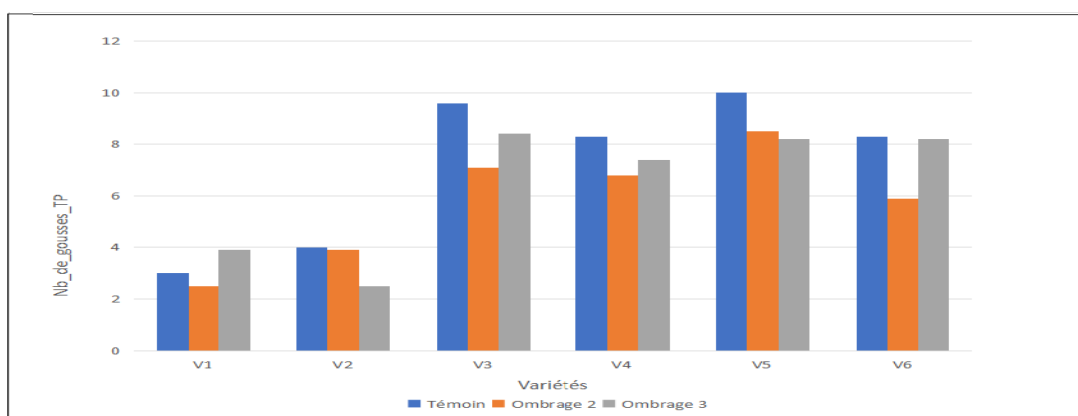


Figure 10 : Variation du nombre de gousses par tige principale.

Le nombre moyen de gousses par tiges secondaires est réduite par rapport à la tige principale (Figure 11). La variété 5 dans le cas du traitement témoin T a eu la moyenne la plus élevée (11,8). En revanche la variété 2 cultivé en traitement T3 représentes la moyenne la plus faible (1,5).

On conclure que l'ombre on générale a affaibli d'une façon claire le nombre de gousses par tige principale en comparaison avec le champ ensoleillé pour les variétés V2, Vet V6.

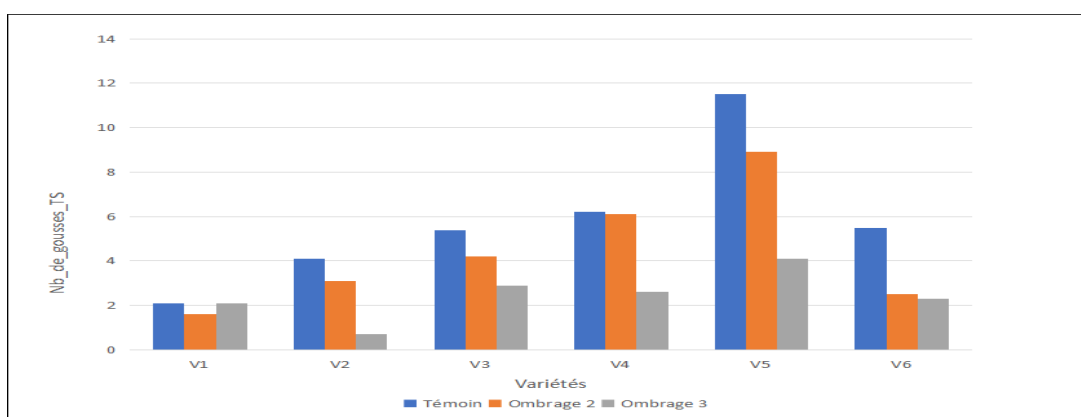


Figure 11 : Variation du nombre de gousses par tiges secondaires.

IV. NOMBRE DE NŒUDS FRUCTIFÈRES PAR TIGE PRINCIPALE ET SECONDAIRES

Nous distinguons pour la figure 12 que le nombre de nœuds fructifères par tige principale est très élevé pour les variétés 3, 4, 5 et 6. Il varie entre 7 et 4,5. Par rapport aux variétés 1 et 2 le nombre de nœuds varie entre 3,9 et 2,2. Ainsi, la tige principale de la variété 3 du témoin présente le nombre de nœuds fructifères le plus élevé, au contraire de la variété 4 présente le nombre le plus faible.

Encore une fois, le nombre de nœuds est faible pour les plantes cultivées aux traitements ombragés par rapport à ceux de champ ouvert. Sauf que la variété V6 donne un nombre de nœuds élevé dans le traitement d'ombrage T3.

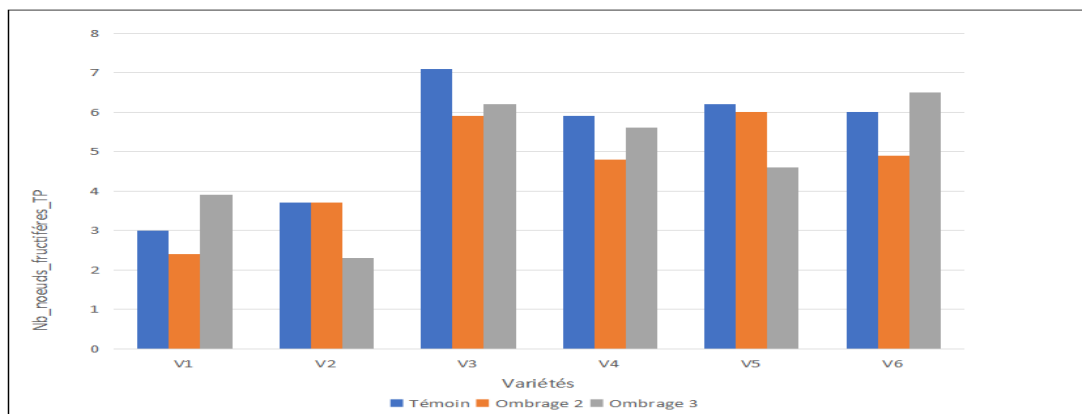


Figure 12 : Variation de nombre de nœuds fructifères par tige principale.

Le nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires est faible par rapport à celui de la tige principale (figure 13). De plus, il est variable selon les traitements. La valeur la plus élevée (7,2) est enregistrée chez les variétés non ombragées (témoin), alors que la valeur la plus faible (0,8) est enregistrée sous l'ombrage T3.

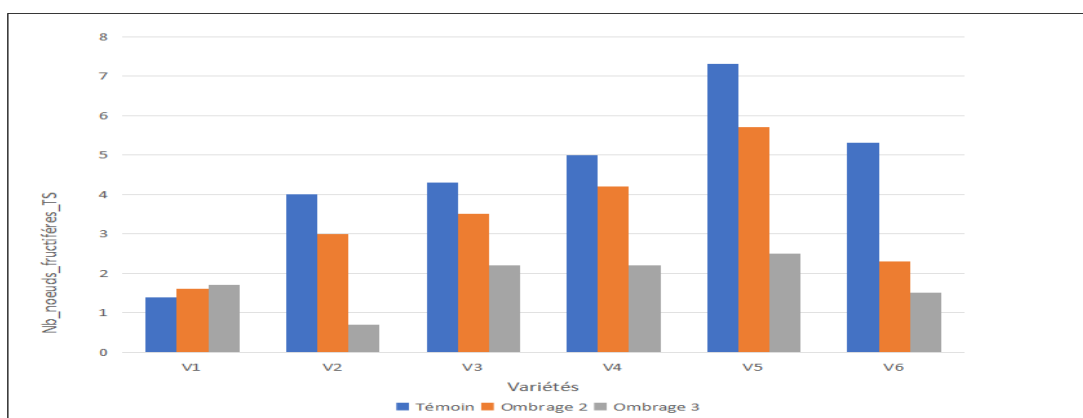


Figure13 : Variation du nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires.

V. RANG DU 1^{ER} NŒUD FRUCTIFERE DE LA TIGE PRINCIPALE

Le rang du 1^{er} nœud fructifère de la tige principale (Figure 14) a une valeur varie entre 5 et 6,5 pour toutes les variétés utilisées dans les différents traitements, sauf que la variété 3 a des valeurs peu variables.

Toutes les valeurs du traitement d'ombrage sont presque semblable a ceux de témoin pour les six variété testés.

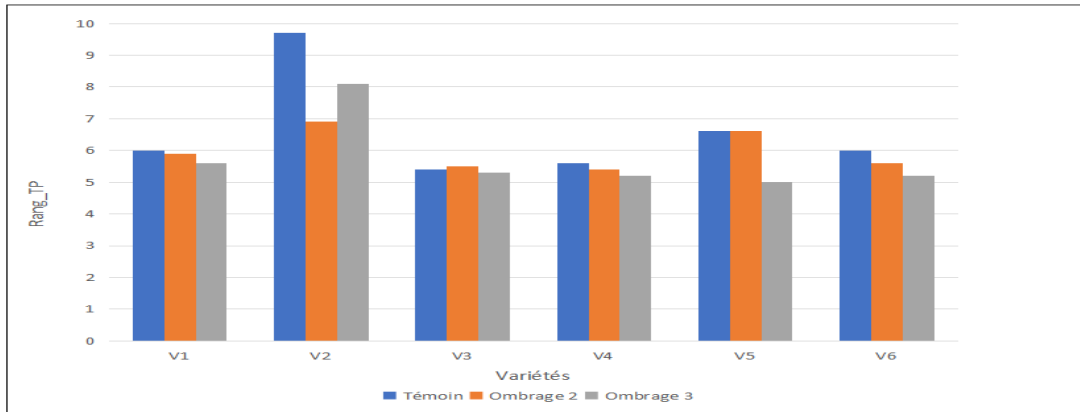


Figure 14 : Variation du rang du 1^{er} nœud fructifère de la tige principale.

VI. DIAMETRE DE LA TIGE PRINCIPALE

A partir de la figure 15, nous constatons que le diamètre de la tige principale est plus élevé pour la variété V2 de traitement T2 et plus réduite pour la variété 4 de traitement T2. En générale les valeurs sont variées entre 6,34 mm et 9,84 mm.

Pour le diamètre les valeurs les plus élevées sont enregistrés par les plante cultivée sous l'ombrage. Malgré ça, c'est valeur ne donnent pas une différence importante entre les traitements.

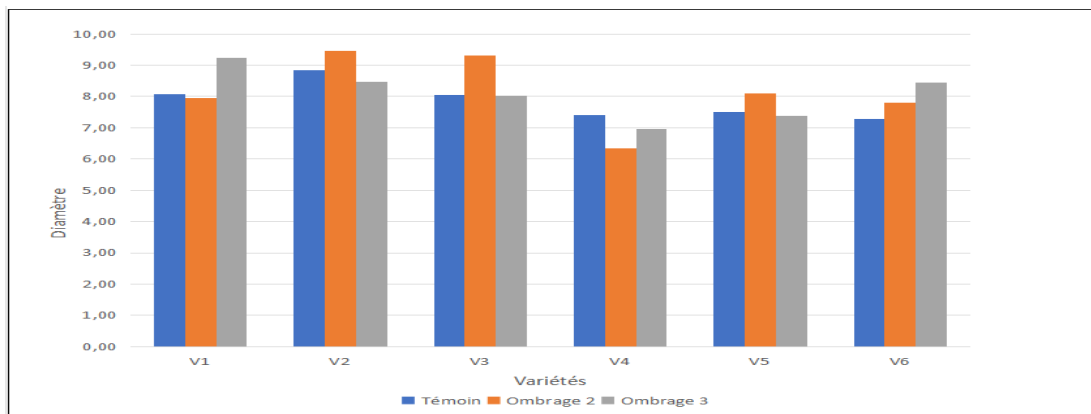


Figure 15 : Variation du diamètre.

VII. NOMBRE DE GRAINES PAR TIGES PRINCIPALE ET SECONDAIRES

Le nombre de graines par tige principale varie selon les variétés et le type de traitement. (figure 16). Il prend le nombre 30 comme valeur supérieur et 5,1 comme valeur inférieur. Les variétés V1 et V2 ont un faible nombre de graines par tige linéaire quelque soit le traitement.

Dans tous les traitements d'ombrage, le nombre de graines par tige principale diminue, sauf pour la variété V1. Elle a montré une valeur élevée dans le traitement d'ombrage T3, mais il reste faible par rapport a les autres

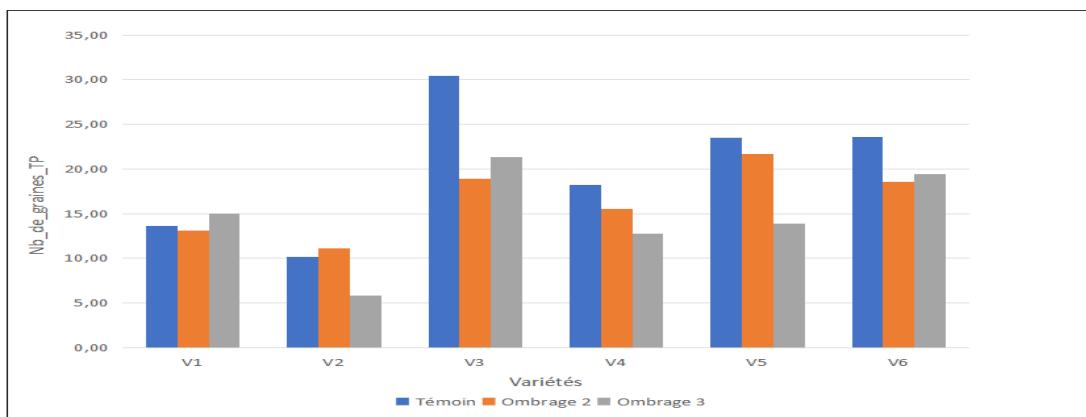


Figure 16 : Variation du nombre de graines par tige principale.

Même cas pour le nombre de graines par tiges secondaires. Il est variable selon les variétés et le type de traitement, mais il est faible par rapport à la tige principale (Figure 17).

Nous constatons que le nombre de graines par tiges secondaires est faible dans le cas des deux traitements d'ombrage sauf pour la variété 4 qui a produit plus de graines par tiges secondaires dans le cas du traitement T2.

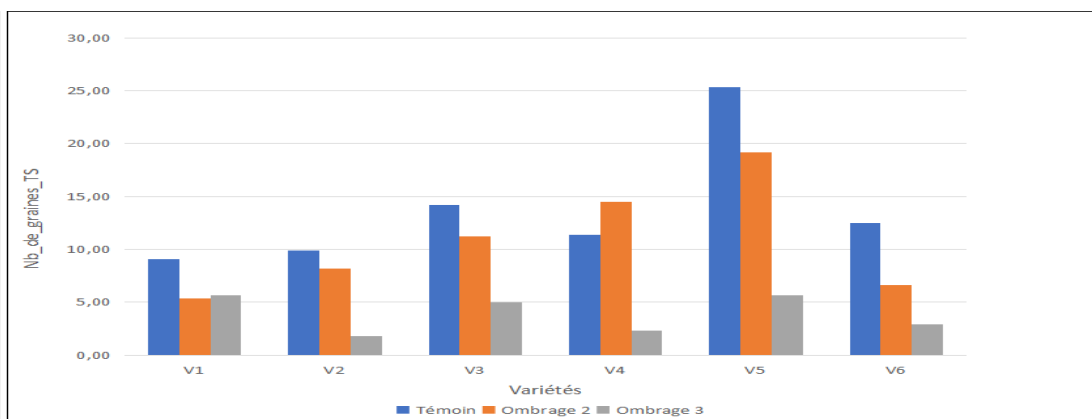


Figure 17 : Variation du nombre de graines par tiges secondaires.

VIII. POIDS DES GRAINES PAR TIGES PRINCIPALE ET SECONDAIRES

D'après la figure 18, concernant le poids des graines par tige principale, on a remarqué que la moyenne la plus élevée (31,5) appartenant aux variétés cultivées sans ombrage alors que la moyenne la plus faible (3,84) est représentée par les variétés cultivées en ombrage.

Puisque le nombre moyen de gousses et de graines est faible pour les variétés 2 et 4, leurs poids de graines sont directement diminués.

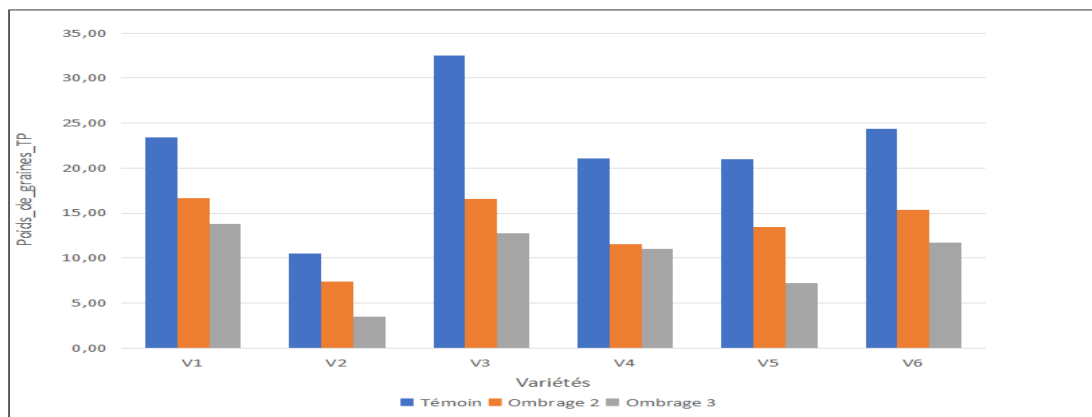


Figure 18 : Variation du poids de graine par tige principale.

Le poids de graines par tige secondaire prend des valeurs varie entre 19,1 et 2 (Figure 19). La valeur la plus élevée est marquée par la variété V5 de témoin alors que la valeur la plus faible est marquée par V4 de Traitement T3 (90%).

Nous distinguons aussi pour le nombre de graines par tiges secondaires diminue dans le cas de deux traitements pour toutes les variétés étudiées

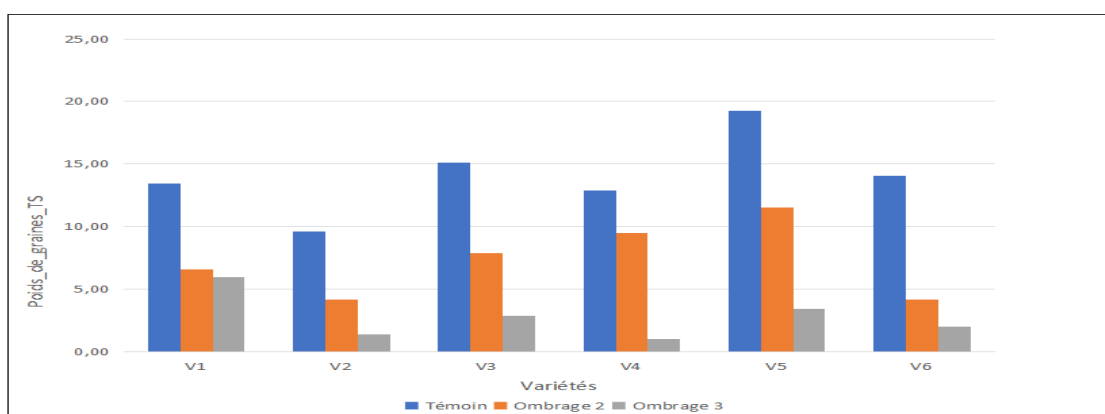


Figure 19 : Variation du poids par tiges secondaires.

C. ANALYSE DES CORRÉLATIONS ENTRE LES PARAMÈTRES ÉTUDIÉ

A partir du tableau de corrélations des paramètres étudiés (Annexe 4), nous constatons que le nombre de gousses par tige principale a une corrélation négative et hautement significatif sur la hauteur (-0,168**). A l'opposée, elle a une corrélation positive et hautement significatif sur le nombre de graines par tiges principales (0,717**) et sur le poids de graines par tiges principale (0,379**).

Le nombre de nœuds fructifères par tige principale a un effet positif et hautement significatif sur le nombre de gousses par tige principale (0,868**) et sur le nombre de graine par tige principale (0,725**). De même, le nombre de gousses que ce soit par tige principale ou secondaire a une corrélation positive et hautement significative sur le nombre et le poids de graines.

Le Diamètre a une corrélation négative et hautement significative sur la hauteur et le poids de graines par tige secondaire.

CONCLUSION GENERALE

La culture des fèves jouit d'une grande importance, dans la filière des légumineuses alimentaires au niveau national. Toutefois, la production de la fève au Maroc, reste très faible au regard des importations qui s'élèvent chaque année. Cette culture est confrontée à de nombreuses contraintes abiotiques, à savoir le stress hydrique et la salinité, et biotiques comme l'orobanche et les maladies cryptogamiques. Ces contraintes ont pour conséquences la réduction des productions nationales des fèves d'une campagne agricole à l'autre.

La présente étude est menée dans le but d'évaluer l'effet de l'ombre et du génotype sur la production chez six variétés distinctes de *Vicia faba* L. Cette production est évaluée sur la base de composantes suivantes: hauteur, le nombre de tiges, nombre de nœuds, nombre de graines, poids de graines et diamètre de la tige principale.

La synthèse de l'analyse de la variance des caractères étudiés montre que le facteur le plus influençant, c'est à dire celui qui a l'effet le plus prépondérant est le facteur génotypique. En effet, ce facteur a un effet très hautement significatif sur le rendement, *via* la majorité des caractères analysés. Tandis que l'ombre n'a aucune signification sur les composantes de rendement, sauf pour le nombre de nœuds fructifères et le nombre de gousses par tige secondaire.

L'examen de moyennes des composantes du rendement permet de constater que l'ombre, en général, a des effets nuisibles et néfastes sur la majorité des paramètres par rapport au champ ensoleillé. Sauf exception de la variété V1 qui a réagi positivement même sous l'effet de l'ombre. Cette variété a enregistré des valeurs peu élevées pour le nombre des nœuds fructifères, le nombre de gousses et le nombre de graines, principaux caractères dont le sélectionneur doit tenir compte dans l'objectif d'améliorer le rendement de *Vicia faba* L. Cependant, ces valeurs restent faibles par rapport à celles des autres variétés cultivées au champ ensoleillé. La variété V2 montre une hauteur et un diamètre de la tige principale très élevés. La variété V4 a enregistré des valeurs supérieures pour le nombre de tige et le nombre de graines par tige secondaire, alors que la variété V6 a exprimé une valeur élevée pour le nombre de nœuds fructifères par tige principale.

L'analyse des corrélations partielles a révélé que tous les caractères étudiés sont corrélés positivement et ont un effet hautement significatif l'un sur l'autre, sauf pour les caractères nombre de tige et la hauteur qui ont montré une corrélation significativement négative.

Pour conclure, la culture de fève dans des champs ombragés est à déconseiller. Pour obtenir une bonne production, il est préférable de cultiver dans un champ ensoleillé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Alaoui B. et Ajiro Yasuehi, 2005.** Référentiel pour la Conduite Technique de la Fève (*Vicia faba* L), 101 p.
- **Awadalla A. A. et Abuanja I.K., 2007.** Genotypic Responses, Yield Stability, and Association between Characters among some of Sudanese Faba bean (*Vicia faba* L.). Genotypes under Heat stress. Conference on International Agricultural Research for Development.
- **Baets N., Gariépy S. et Vézina A., 2007.** Le portrait de l'agroforesterie au Québec. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Centre d'expertise sur les produits forestiers. Canada: 4-19.
- **Bishnoi S.K., Hooda J.S., Yadav I.S. et Panchta R., 2012.** Advances in heterosis and hybrid breeding in faba bean (*Vicia faba* L.). Forage Res., 38 (2) : 24-27.
- **Bond D.A. et Poulsen M.H., 1983.** Pollinisation. The Faba Bean (*Vicia faba* L.). Hebblethwaite P.D. (Eds.), Butterworth. London, 53(3) : 77-101.
- **Brink M. et Belay G., 2006.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1: céréales et légumes secs. Prota (Plant Resources of Tropical Africa), Pays-Bas: 221-223.
- **Chabot B.F., Chabot J.F., 1977.** Effects of light and temperature on leaf anatomy and photosynthesis in *Fragaria vesca*. Oecologia, 26:363–377.
- **Chaux C. et Floury C., 1994.** Légumineuses potagères, légumes, fruits. Production légumière sèche, Tome 3, Technique et documentation Lavoisier, p 3-15.
- **Cubero J. I., 1974.** On the evolution of *Vicia faba* L. Theoret. app. Genet. 45: 47-5.
- **Daoui K. et Fatemi Z.A., 2014.** Agroforestry systems in Morocco: the case of olive tree and annual crops association in Saïis region. Scienc Agadir, Maroc: NRCS (Eds) : 281–289.
- **Devkota N., Kemp D., Hodgson J., Valentine I., 2009.** Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees. Agroforestry Systems, 76 (2) : 363-374.
- **Duc G., 1997.** Faba bean (*Vicia faba* L.). Field Crops Res., 53: 99-109.
- **Dupraz C. et Liagre F., 2011.** Agroforesterie : des arbres et des cultures. 2ème édition. France agricole. France. p 1-282.
- **El Bouhamdi K. et Sadiki M., 2002.** Évaluation d'une collection de populations Marocaines locales de fève et de féverole pour la tolérance à la sécheresse « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, p 100.
- **Fatemi Z., 1996.** Situation de la Culture des Fèves au Maroc. In: Rehabilitation of Faba Bean. Bertenbreiter W. et Sadiki M. (Eds.), p 33-38.
- **Garrett H.E. et Kurtz W.B., 1983.** Silvicultural and economic relationships of integrated forestry-farming with black walnut. Agrofor Syst 1:245–256.
- **Gerard C., 1990.** La féverole. Encyclopédie Technique Agricoles, Paris. Production Végétale, p 213.
- **Gobbi K. F., García R., Pereira O.G. et Rocha G.C., 2010.** Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim. Forrageiro submetidos a sombreamento. Archide Zoote, 59(227) : 379-390.

- **Gordon M, 2004.** Haricots sec: Situation prospective et Agroalimentaire. Canada, p 1-7.
- **Goyoaga C., Burbano C., Cuadrado C., 2011.** Content and distribution of protein, sugars and inositol phosphates during the germination and seedling growth of two cultivars of *Vicia faba*. Journal of food composition and Analysis. 24 : 391-397.
- **Guignard J.L., 1989.** Abrégés de botaniques. Paris, 1 (5) : 173-176.
- **Hamadache A., 2003.** La féverole. Inst. Tech. Gr. Cult (T.T.G.C), 13 p.
- **Hight G., Sinclair D., Lancaster R., 1968.** Some effects of shading and of nitrogen fertiliser on the chemical composition of freeze-dried and oven-dried herbage, and on the nutritive value of oven-dried herbage fed to sheep. Res 11 : 286–302.
- **ICARDA 2016.** Guide pratique pour le conseil agricole “Lentille, Pois chiche, Fève”, 15 p.
- **Jarso M. et Keneni G., 2006.** *Vicia faba* L. In: Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l’Afrique tropicale).
- **Khalidi R., Zekri S., Maatougui M., et Yassine A., 2002.** L’Economie des Légumineuses Alimentaires au Maghreb et dans le Monde. Hammamet, Tunisie, 100 p.
- **Laumonier R., 1979.** Culture légumière et maraîchères. Tome III. Ed j-b. baillier, p 276.
- **Lawes D.A., Bond D.A. et Poulsen M.H., 1983.** Classification, origin, breeding methods and objectives. In: Hebblethwaite P.D (ed), Faba Bean. Butterworth Heineman : 23-76.
- **Lawn R.J. et Brun W.A., 1974.** Symbiotic nitrogen fixation in soybeans.. Effect of photosynthetic source-sink manipulations. Crop Science 14:11–16.
- **Le Guen J. et Duc G., 1992.** La féverole. In «Amélioration des espèces végétales cultivées», Gallais A., Bannerot H. (Eds.): 189-203.
- **Liebman M. et Dyck E., 1993.** Croprotation and intercropping strategies for weed management. Ecological App. 3 (1) : 92-122.
- **Maalouf F., 2011.** Faba bean improvement at ICARDA: constraints and challenges. GRAIN LEGUMES Res 56 : 13-14.
- **Maatougui M.E., 1996.** Situation de la culture des Fèves en Algérie et perspectives de relance In: Rehabilitation of Faba bean. Bertenbreiter W. et Sadiki M. (Eds.): 17-30.
- **Mathon C.C., 1985.** Liste de plantes utiles avec indication de leur aire probable de primo domestication. Faculté des sciences de l’université de Poitier, p17.
- **Mesquida J., le Guen J., 1990.** Modalités de la pollinisation chez deux lignées de la féverole de printemps (*Vicia faba* L., *varequina* Steudel). Effets sur les coulures, la productivité et les taux de croisements. Apidologie, (21) : 511-525.

- **Nuessly G.S., Hentz M.G., Beiriger R., Scully B.T., (2004).** Insects associated with faba bean, *vicia faba*(fabales: Fabaceae), in southern Florida. Florida entomologist, 87 (2) : 204-211.
- **Reta SanchezD.G., Santos S.J., Viramontes R.F., Cueto W.J.A., Padilla S.B., César J.S., (2008).** Cultivos alternativos con potencial de Uso forrajero en la comarca lagunera, primera, Mexico, p 41.
- **Sadiki M., et Lazrak A., 1998.** Projet «Amélioration de la culture des légumineuses alimentaires. La fève et la féverole: Fiche technique. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (eds.) : 31 p.
- **Schultze-Motel J.V., 1972.** Die archaologishrestre der Ackerbohne *Vicia faba* and die ganasse der Art Kulturpflfle, 19: 321-358.
- **Singh V.P. et Tomer Y.S., 1988.** Influence of flower colour on seedyield and components in faba bean. Fabis, 22 : 7-8.
- **Suso M.J. & Moreno M.T., 1999.** Variation in out-crossing rate and genetic structure on six cultivars of *Vicia faba* L. as affected by geographic location and year. Plant Breeding, 118 (4) : 347- 350.
- **Zaghouane O., 1991.** The situation of faba bean (*Vicia faba*) in algeria. Options méditerranéennes. Présent statut and futur perspects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Série A, 10 : 123-125.
- <http://www.fao.org/unfao/procurement/statistics-from-2010-2019/fr/>

ANNEXES

ANNEXE 1

Critères de distinction entre les variétés de *Vicia faba* L.

(Guidnard, 1989)

Traites \ Variétés	Major (fève)	Equina (fêvete)	Minor (fêverole)
Taille des grains	Gros ou très gros (poids de 1000 grains >1200g)	Moyens (poids de 1000 grains entre 1000 et 1500 g)	Petits (poids de 1000 grains <1000 g)
Forme de grains	Grains larges et plats	Grains présentent une dépression latérale des cotylédons	Grains ovoïdes, réguliers et lisses
Taille des gousses	Gousses très longues (nombre d'ovules de 8 à 13)	Gousse plus longue (nombre d'ovules de 3 à 4)	Gousse courtes (nombre d'ovules de 2 à 3)
Forme des gousses	Aplatie souvent recourbée	Plus aplatie	Cylindrique
Port des gousses sur les tiges	Retombantes et trânant généralement à terre	Généralement semi-érigées ou à port horizontal	Port érigé sur les tiges

ANNEXE 2

Semie de la fève

- **Mode de semis :**

Le semis doit être réalisé en lignes écartées de 40 à 50 cm ou bien La culture peut également être installée par semis jumelé : 2 lignes rapprochée (10 à 20 cm), séparées de 2 autre par une bande plus large (50 à 60 cm) selon l'outil utilisée afin de faciliter les travaux d'entretien. Le Fondateur du semis est de 4 à 5 cm (Fiche technique, 1998).

- **Date de semis :**




La date de semis est située entre début de Novembre (semis précoce) et fin Décembre (semis tardif). Vu que les fèves sont sensibles au stress hydrique, aux gelées et aux fortes températures pendant la phase critique de floraison et de formation du fruit, il est alors nécessaire de bien placer ces déférents stades de développement critique dans des conditions climatiques favorables. Dont i est préférable de semer vers mi-novembre afin d'éviter la sécheresse en fin cycle (Sadiki et Lazrak, 1998).

- **Dose de semis :**

La densité de semis dépend des zones de cultures. Pour les zones irriguées ou les zones favorables dont la pluviométrie est supérieure à 400 mm, la densité est de 25 plantes/m² pour la féverole et de 10 plante/m² pour la fève. En zone moins favorable, le peuplement conseillé est de 15 plantes/m² pour la féverole et 8 plantes/m² pour la fève (Sadiki et Lazrak, 1998).

Annexe 3

Contraintes biotiques de la fève

Maladies et ravageurs		Dégâts
La rouille		<ul style="list-style-type: none"> - Dessèchement et chute de feuilles - Diminution du poids de graines et du nombre de gousses
Le botrytis		<ul style="list-style-type: none"> - Destruction des feuilles et chute des fleurs - Diminution du nombre de gousses et de la capacité photosynthétique
L'antracnose		<ul style="list-style-type: none"> - Affaiblissement des tiges et éclatement des gousses - Diminution du rendement des cultures et de la teneur en protéines des graines.
Le mildiou		<ul style="list-style-type: none"> - Déformation des tiges et des feuilles - Destruction presque totale de la plante
Orobanche		<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de la hauteur des plantes, de la longueur des racines, de la biomasse et le rendement en grain de fève
Les pucerons		<ul style="list-style-type: none"> - Perte de rendement - Transmission du virus dangereux pouvant tuer complètement la plante
Sitone de pois		<ul style="list-style-type: none"> - Diminution de l'activité photosynthétique - Destruction des feuilles et des nodules
Les bruches		<ul style="list-style-type: none"> - Apparition des trous sur les graines et détériore aussi leur qualité - Perte du pouvoir germinatif

