

Dédicace

À mes très chers parents que j'adore, pour leur soutien dans les moments les plus difficiles, leur confiance et patience. C'est grâce à vos sacrifices infinis que je suis debout devant le jury aujourd'hui ;

À mes chers frères ;

À toute la famille ;

À mes amis et collègues ;

À l'ensemble des cadres enseignants et chercheurs ;

À Madame Sqalli H.H et Mr Fatemi Z ;

À tous ceux qui m'ont encouragé, soutenus et supporté pour que ce travail puisse s'accomplir.

Remerciements

J'aimerais en premier lieu remercier mon Dieu Allah qui m'a donné la volonté et le courage pour la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, Je tiens à remercier chaleureusement, **Mr. FATEMI Zain El Abidine**, chercheur à l'INRA du Maroc en tant qu'encadrant pour sa bienveillance, 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.

Je remercie **Madame SQALLI HOUSSAINI Hakima** professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour son encadrement, sa disponibilité, ses conseils, ses corrections et ses orientations au cours de son encadrement.

J'adresse mes sincères remerciements à **monsieur AMRANI JOUTEI khalid** professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui a bien accepté de lire et juger mon travail. Et enfin, j'adresse mes sincères remerciements à mes parents, mes frères, mes sœurs, mes amis.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des Figures

	page
Figure 01 : Différentes parties de <i>vicia faba</i> L.	03
Figure 02 : Culture intercalaire de la fève avec l'olivier.	06
Figure 03 : Ombrage avec filet.	09
Figure 04 : Localisation du site d'expérimentation.	08
Figure 05 : Dispositif expérimental.	12
Figure 06 : Dispositif expérimental (A : témoin, B : Filet ombrage 50%, C : Filet ombrage 90%)	12
Figure 07 : Matériel utilisés (a : Mètre ruban, b : Balance électrique, c : Pied à coulisse)	13
Figure 08 : Composantes du rendement (a : Nombre de nœuds fructifères, b : Nombre de gousses, c : Nombre de graines)	14
Figure 09 : Luxmètre	14
Figure 10 : Variation de la hauteur chez les variétés de <i>Vicia faba</i> L en fonction de l'ombrage	17
Figure 11 : Variation du nombre de tiges chez les variétés en fonction de l'ombrage	17
Figure 12 : Variation de nombre de gousses sur la tige principale	17
Figure 13 : Variation du nombre de gousses sur la tige secondaire	19
Figure 14 : Variation du nombre de nœuds fructifères sur la tige principale	19
Figure 15 : Variation du nombre de nœuds fructifères sur la tige secondaire	19
Figure 16 : Variation du rang du premier nœud fructifère	21
Figure 17 : Variation du diamètre chez les variétés	21
Figure 18 : Variation du nombre de graines sur la tige principale	21
Figure 19 : Variation du nombre de graines sur la tige secondaire	22
Figure 20 : Variation du poids de graines sur la tige principale	22
Figure 21 : Variation du poids de graines sur la tige secondaire	22

Liste des tableaux

	page
Tableau 1 : Diagramme de variation de la pluviométrie au niveau du Domaine Expérimental de Douyet (2020/2021)	10
Tableau 2 : Différentes variétés utilisées	10
Tableau 3 : Itinéraire technique d'ombrage Douyet	11
Tableau 4 : Analyse de la variance (ANOVA) pour les paramètres agronomiques étudiés	15

Liste des abréviations

Ha :	Hectare
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
INRA :	Institut national de la recherche agronomique
SAU :	Surface Agricole Utile
Hg :	Hectogramme
Rép :	Répétition
G :	gramme
°C :	Celsius
Mm :	Millimètre
UV :	Ultraviolet
ADN :	L'acide désoxyribonucléique
Cm :	Centimètre
T :	Témoin
T2 :	Traitement 2
T3 :	Traitement 2
V1 :	Variété 1
V2 :	Variété 2
V3 :	Variété 3
V4 :	Variété 4
V5 :	Variété 5
V6 :	Variété 6

Sommaire

	page
INTRODUCTION GENERALE	
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Généralités sur <i>vicia faba</i> L	03
1. Tige et feuille de <i>vicia faba</i> L	03
2. Fleur de <i>vicia faba</i> L	03
3. Fruit de <i>vicia faba</i> L	04
II. Etude biologique	04
1. Systématique	04
2. Critères de distinction entre les variétés de <i>Vicia faba</i> L.	04
III. Culture de la fève	04
1. Semis de la fève	05
2. Exigences de la culture de la fève	05
IV. Effet de l'ombrage	05
1. Ombrage avec culture intercalaire	06
2. Ombrage avec les filets : principe et intérêt	07
MATERIEL ET METHODES	
I. Site expérimental	09
II. Données pédoclimatique	09
III. Matériel végétale	10
IV. Itinéraire technique	11
V. Dispositif expérimentales	12
VI. Données expérimentales	13
VII. Traitement des données	14
RESULTAT ET DISCUSSION	
I. Analyse de la variance	15
II. Interprétation sur la variation des composantes du rendement sous l'effet de l'ombrage	16
1. Hauteur de plante	16
2. Nombre de tige par plante	16

3. Nombre de gousse sur la tige principale	16
4. Nombre de gousses sur la tige secondaire	16
5. Nombre de nœuds fructifères sur la tige principale	18
6. Nombre de nœuds fructifères sur la tige secondaire	18
7. Rang du 1er nœud fructifère sur la tige principale	18
8. Diamètre de la tige principale	18
9. Nombre de graines sur la tige principale	20
10. Nombre de graines sur la tige secondaire	20
11. Poids des graines sur la tige principale	20
12. Poids des graines sur les tiges secondaires	20
III. Etude des corrélations	23
CONCLUSION GENERALE	24
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	
ANNEXE	

INTRODUCTION GENERALE

Les légumineuses alimentaires existent depuis longtemps au Maroc, à la fois au niveau du système de production de plusieurs régions et au niveau des habitudes alimentaires des populations (Rosenberger, 1980).

La culture des légumineuses alimentaires couvre entre 6 à 8 % de la SAU au Maroc et occupe la seconde place après les céréales (Sadiki et Lazraq, 1998). Elle est cultivée sur une superficie moyenne de 24050 ha, avec une production de 32 270 tonnes et un rendement de 13418 hg/ha (FAOSTAT, 2017).

La sole des légumineuses est constituée à hauteur de 48% de fèves, 19% de pois chiche, 12% de lentilles et 11% de petits pois. Selon des statistiques de la FAO (2017), le Maroc occupait en 2016 la 88^{ème} position dans la production des fèves derrière la Libye, l’Egypte et l’Algérie. En 2007, il était le neuvième producteur derrière la Chine, l’Ethiopie, la France et l’Egypte, le Soudan, l’Australie, le Royaume-Uni et le Pérou (FAOSTAT, 2017). Lors de l’analyse des données statistiques des fèves au Maroc, il s’avère que les rendements ainsi que les superficies récoltées se caractérisent par leur instabilité d’un an à l’autre. Cette instabilité est due, entre autres, à l’utilisation d’un matériel végétal local peu performant (Fatemi, 1996), mais aussi bien aux contraintes biotiques (insectes ravageurs, maladies et adventices), abiotiques (stress hydrique, salin et thermique), technique (non-maîtrise de la conduite technique) et socio-économique (Fatemi, 1998).

Afin de soulever ces défis, les systèmes de cultures intercalaires semblent être une pratique prometteuse, répondant à des enjeux environnementaux multiples. Leur structure particulière permet, d’une part, une meilleure exploitation des ressources du milieu en raison de la complémentarité de l’arbre et des cultures pour l’utilisation de l’eau, des éléments minéraux, aussi bien du rayonnement lumineux. D’autre part, un impact bénéfique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. En revanche, la compétition pour la lumière en surface causée par l’ombrage des arbres est considérée aussi comme un autre facteur limitant dans ces systèmes des cultures intercalaires.

A cet effet, dans l’objectif de la conservation et de l’amélioration des ressources génétiques que l’Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) a fondé le programme d’amélioration de la culture de fève. Ce programme permet ainsi de mettre à la disposition des agriculteurs des variétés productives, de bonne qualité et résistantes aux maladies et aux parasites.

Notre stage effectué au sein du Domaine Expérimental de Douyet, a pour objectif l’évaluation de l’effet de l’ombrage sur différents géotypes de *Vicia faba* L. Pour se faire, on a procédé d’abord à la préparation du matériel végétatif. En effet, six variétés de fève et

de fèves ont été semées sur un sol préalablement traité. En suite, pour l'installation du traitement d'ombrage, deux types de filets sont utilisés. Le premier filet offre 50% d'ombrage et le second filet offre 90% d'ombrage. Enfin, une récolte du matériel végétatif est effectuée afin d'analyser divers paramètres morphologiques et physiologiques, dans le but de montrer le comportement des différentes variétés face aux deux types d'ombrage.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. GENERALITES SUR *VICIA FABIA* L.

1. Tige et feuille de *Vicia faba* L.

Vicia faba L. est une plante herbacée annuelle. Ces feuilles sont alternes, composées-pennées, constituées de 2 ou 4 paires de folioles, d'un vert glauque ou grisâtre. Le rachis se termine par une arrête étroite, droite ou courbe, mais non enroulée en vrille, qui représente la foliole terminale. Les feuilles sont accompagnées de deux larges stipules bien visibles en forme dentée (Chaux et Foury, 1994)

La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire (Figure 1a). Sa hauteur est généralement comprise entre 0,80 à 1,20 m (Chaux et Foury, 1994). La tige présente un type de croissance indéterminé (Duc, 1997 ; Brink et Belay, 2006).

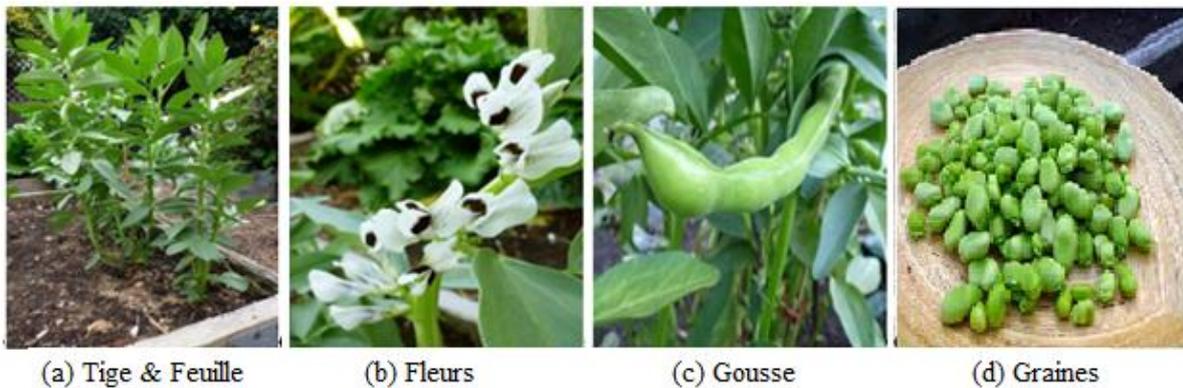


Figure 1 : Différentes parties de *Vicia faba* L. (www.gardenbetty.com).

2. Fleur de *Vicia faba* L.

Les inflorescences chez *Vicia faba* L. sont des grappes de deux à 12 fleurs, selon la variété, insérées aux nœuds de la plante (Figure 1b). Selon Bond et Poulsen (1983), les fleurs des fèves se caractérisent par une structure typique des papilionacées. Cependant, elles sont plus larges et possèdent une longue corolle (surtout chez quelques cultivars de *Vicia faba* major) par rapport aux autres légumineuses. Les sépales sont en nombre de cinq et sont soudés. La corolle est irrégulière et composée de cinq pétales : l'étendard possède deux ailes et deux carènes.

La fleur a dix étamines dont neuf soudées et une libre. L'ovaire a de deux à neuf ovules (parfois dix). Le style est, dans la majorité des cas, penché à droite et porte des poils en quantité variable à son niveau supérieur au-dessous des stigmates.

3. Fruit de *Vicia faba* L.

Les gousses de la fève sont longues (allant jusqu'à 7 à 13 ovules) généralement aplaties et courbées vers le bas (Figure 1c). Elles sont pourvues d'un bec et sont renflées au niveau des graines (Brink et Belay, 2006). Selon Fatemi (2005), les gousses sont de couleur verte à l'état jeune puis noircissent à maturité. Elles comportent de gros grains larges et plats (Figure 1d).

II. ETUDE BIOLOGIQUE

1. Systématique

D'après Dajoz (2000), la fève appartient au Règne végétal et à :

- ✓ Embranchement : Spermaphytes ;
- ✓ Sous-embranchement : Angiospermes ;
- ✓ Classe : Dicotylédones ;
- ✓ Sous-classe : Dialypétales ;
- ✓ Série : Caliciflores ;
- ✓ Ordre : Rosales ;
- ✓ Famille : Fabacées (légumineuses) ;
- ✓ Sous-famille : Papilionacées ;
- ✓ Genre : *Vicia* ;
- ✓ Espèce : *Vicia faba*

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

Selon Kolev (1976) et Le Guen et Duc (1996), on distingue trois variétés du *Vicia faba* sur la base des différents critères de la graine (Annexe 1) :

- *Vicia faba minor* Beck, à petites graines, appelées couramment fève de Hollande ;
- *Vicia faba equina* Pers, à graines moyennes, nommées fève de Hollande ;
- *Vicia faba major* Hartz, à grosses graines, désignée aussi par la fève.

III. CULTURE DE LA FEVE

La fève est rencontrée dans toutes les régions du Maroc. Elle est consommée fraîche ou en graines sèches.

Vicia faba L. est une culture peu exigeante en terme qualité du sol: c'est une culture qui aime les sols frais argileux, argilo-limoneux, argilo-siliceux ou argilo-calcaire à pH neutre ou peu acide avec une sensibilité au compactage (Hebblethwaite *et al.*, 1983 ; Sadiki et Lazrak, 1998).

1. Semis de la fève

Les racines de la fève nécessitent un sol meuble en profondeur. Il est donc recommandé de préparer un lit de semences avec à un labour dans le but de travailler profondément le sol et d'éliminer les obstacles structuraux afin d'assurer un bon semis de la fève (Annexe 2).

2. Exigences de la culture de la fève

La fève est une culture des climats frais, elle n'aime pas les températures trop élevées et aussi elle a besoin d'être cultivée sur des altitudes comprises entre 0 et 3500 mètres (Lim, 2012).

Les facteurs influençant sur le développement de la fève sont selon Brink et Belay (2006) :

- **La température** : Ces auteurs rapportent qu'une température moyenne aux alentours de 13°C est optimale pour la croissance de la fève.
- **Le sol** : La fève préfère les sols bien drainés au pH neutre (6- 7,5) et à fertilité moyenne. Selon Pédrón (2006), la fève est peu exigeante sur le plan édaphique, elle est cultivée avec succès dans les sols sablo-argileux humifères.
- **L'eau** : D'après Loss et Siddique (1997) et Jensen *et al.* (2010) la fève a besoin d'une quantité d'eau très importante et particulièrement au stade de croissance, Ainsi, des irrigations doivent être pratiquées pendant le stade de floraison et de formation des gousses, dans les régions à faibles précipitations.
- **La photopériode** : Selon Patrick et Stoddard (2010), la fève est une plante de jours longs. Elle forme son bourgeon à fleurs à partir du moment où la photopériode dépasse les 12 heures consécutives.

IV. EFFET DE L'OMBRAGE

Quand nous parlons de l'ombrage, automatiquement nous parlons de la quantité de lumière reçue par la plante. Une plante a besoin de lumière pour croître et se développer. Cette lumière diffère selon la qualité, la quantité et la durée. Ces trois derniers dépendent surtout de la saison, de l'emplacement géographique et aussi des conditions météorologiques.

Dans la nature, on peut observer le phénomène de l'ombrage lorsque des plantes sont ombragées par leurs voisines : les plantes ombragées reçoivent un ratio de lumière rouge lointaine plus élevé et tendent à s'étioler pour atteindre plus de lumière.

La saison et la région jouent un rôle important. Une plante aimerait plus pousser dans un coin ombragé dans une région où il fait plus chaud. Au contraire, ces mêmes plantes aimeraient peut-être plus de soleil dans une région froide (www.astucesdegrandmere.net) (20/05/2021).

Le rôle important de l'ombrage est la création d'un climat favorable servant à éviter le contact direct de la plante avec les rayons de soleil et donc réduire l'évapotranspiration. Ceci augmente la capacité de rétention de l'eau même en absence de source d'irrigation et permet à la plante de s'adapter au système.

1. Ombrage avec culture intercalaire

a- Culture intercalaire

La culture intercalaire (Figure 2) est une culture installée entre les rangs de la culture principale pérenne ou non. Elle peut être permanente ou temporaire.

En règle générale, la productivité des cultures intercalaires est d'avantage affectée à proximité des arbres, là où les relations de compétition pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux du sol sont les plus critiques (Ong *et al.*, 1991 ; Baldy *et al.*, 1993 ; Ong et Huxley, 1996 ; Jose *et al.*, 2004). Ces auteurs distinguent essentiellement deux grands types d'interactions écologiques entre arbres et cultures :

- Les interactions aériennes, qui sont liées à l'ombrage des arbres et au microclimat de l'association (température, humidité de l'air, ...etc) ;
- Les interactions souterraines représentant la compétition pour l'eau et les éléments minéraux, l'allélopathie, la remontée biologique des nutriments via les racines des arbres.



Figure 2 : Culture intercalaire de la fève avec l'olivier.

b- Avantage et inconvénients du système de culture intercalaire

D'après Beauval (2017), les principaux avantages du système de culture intercalaire sont :

- Systèmes racinaires différents permettant de mieux utiliser des divers horizons du sol ;

- Possibilité de profiter de complémentarités entre les cultures ;
- Possibilité de réduire les risques parasites présents dans les monocultures ;
- Possibilité de réduire les risques liés aux déficits hydriques (avantages de la biodiversité, les besoins en eau des plantes survenant à des moments différents du cycle de culture et le rendement de certaines plantes étant moins affecté que d'autres par des périodes de sécheresse).

Ces cultures possèdent, en revanche, des inconvénients dont :

- Difficulté de mécanisation ;
- Pénibilité et faible productivité du travail ;
- Inadaptation de certaines espèces a craignent le manque de lumière ou ayant leurs besoins nutritionnels au même moment que d'autres espèces davantage capables de capter les ressources du sol ;
- Risques d'allélopathie qui ne peuvent être évités sans une connaissance fine des plantes que l'on peut ou non associé.

2. Ombrage avec les filets : principe et intérêts

Le filet d'ombrage (Figure 3) est, comme son nom l'indique, un filet destiné à faire de l'ombre sur les cultures. Il est généralement fabriqué en polyéthylène. Il permet de protéger les plantes d'un soleil trop présent. Il permet aussi de protéger les cultures contre les intempéries, mais aussi contre le froid en Hiver.



Figure 3 : Ombrage avec filet.

En réduisant le rayonnement direct du soleil, le filet d'ombrage protège également les plantes contre :

- Les UV : un excès de lumière pouvant être défavorable à la plante en endommageant son ADN ;
- Le dessèchement: l'ombre produite par le filet réduit l'évaporation de l'eau du sol et réduit par la même occasion l'eau nécessaire à l'arrosage ;
- La surchauffe des serres et abris : lorsque le filet est placé sur les serres ou les abris, il limite la pénétration des rayons à l'intérieur et réduit ainsi l'effet de serre.

Les filets d'ombrage ont une durée de vie de plusieurs années. Ils se différencient par leur capacité d'ombrage, pouvant atteindre jusqu'à 95 % d'ombre générée (plus l'ombrage est important, plus le filet est lourd) et par leur couleur pouvant influencer la qualité du spectre lumineux qui atteint les cultures. L'idéal est un filet de couleur blanche ayant peu d'influence sur le spectre (jardinage.ooreka.fr) (20/05/2021).

MATERIEL ET METHODES

Le présent travail a pour objectif, la caractérisation et l'évaluation de quelques paramètres morphologiques, ainsi, le rendement de six variétés des fèves et de féveroles vis-à-vis de l'ombrage.

I. SITE EXPERIMENTAL

La présente étude a été entièrement réalisée au sein de l'Institut National de la Recherche Agronomique « INRA » dans le Domaine Expérimental de Douyet (Fès). Le domaine 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). Il se situe à une altitude de 416 m, sur une superficie totale est de 440 ha.

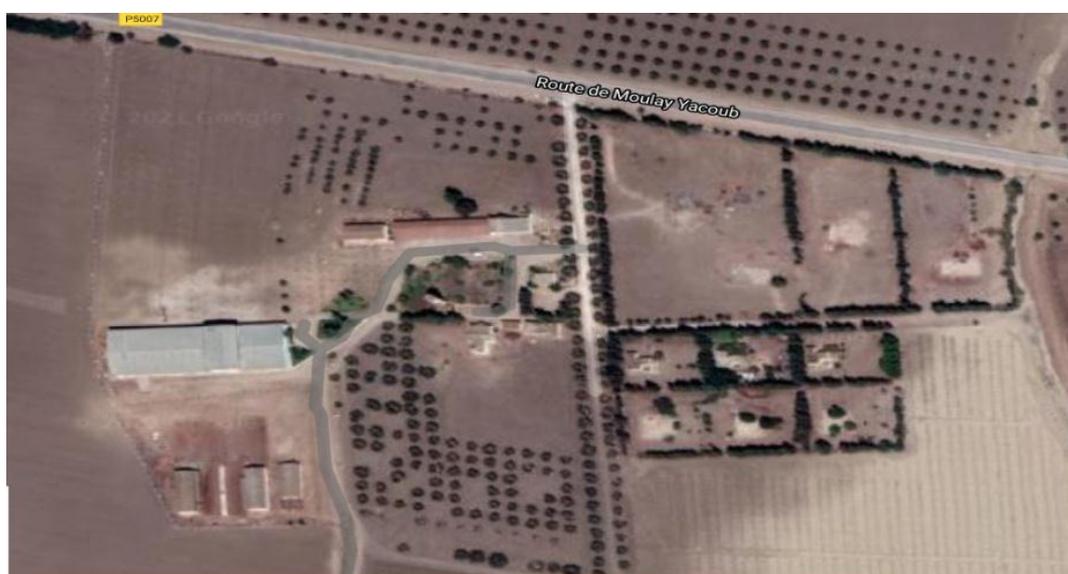


Figure 4 : Localisation du site d'expérimentation. ([Google Maps](#), 11/6/2021)

II. DONNEES PEDOCLIMATIQUES

Il s'agit d'un sol argilo-calcaire, très fertile et bien profond. La pluviométrie moyenne (sur 40 ans) est de 510 mm. Pour l'année 2020-2021, la variation de la pluviométrie au niveau du domaine expérimentale de Douyet est donnée dans le tableau 1. La température est de type méditerranéen à hivers froids et à étés chauds et secs. La température maximale : 46 °C, température minimale : 5°C. La température moyenne varie de 10 à 27°C.

**Tableau 1 : Diagramme de variation de la pluviométrie au niveau du Domaine
Expérimental de Douyet (2020/2021)**

Années	Mois	Précipitations (mm)
2020	Sept	0
	Oct	0
	Nov	47
	Dec	19.5
2021	Jan	109
	Fev	25.2
	Mars	68
	Avril	113.8
	Mai	25

III. MATERIEL VEGETAL

La présente étude est menée sur quatre variétés de fève et deux variétés de féveroles, semées le 21/12/2020 au Domaine Expérimental de Douyet (Tableau 2).

Tableau 2 : Différentes variétés utilisées

	Variétés	Type
V1	Aguadulce	Fève
V2	Extra Hative	Fève
V3	Hiba	Fève
V4	DeFes	Fève
V5	Alfia17	Féverole
V6	Zina	Féverole

IV. ITINERAIRE TECHNIQUE

L'itinéraire technique réalisé sur la parcelle expérimentale est récapitulé dans le tableau 3. En effet, différentes étapes ont été réalisées :

- ✚ Préparation du lit de semence : elle est effectuée sur une période approximative de deux mois. Elle comprend le labour profonds 3 disques, le Cover-crop, l'épandage et l'enfouissement d'engrais ;
- ✚ Semis manuel ;
- ✚ Entretien de la culture : Il consiste à un désherbage pour lutter contre les mauvaises herbes, suivi d'un traitement insecticide et un traitement contre l'orobanche ;
- ✚ Installation des filets d'ombrage pendant deux jours successifs ;

Tableau 3 : Itinéraire technique d'ombrage Douyet.

Opération	Programme	Date
Labour profonds 3 disque		28-09-2020
Cover-Crop		13-10-2020
Epandage d'engrais		25-10-2020
Enfouissement d'engrais (Cover-Crop)		03-11-2020
Semis manuel		21/12/2020
Désherbage		15-02-2021
Traitement insecticide	Fève + fèveroles	19-02-2021
Traitement Orobanche		02-03-2021
Ombrage (filet)		12-03-2021
Ombrage (filet)		13-03-2021
Désherbage		15-03-2021
Traitement insecticide		27-03-2021
Découpage des allées		27-03-2021
Traitement insecticide		05-04-2021
Traitement insecticide		20-04-2021

V. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental suivi dans la présente étude est en split plot à deux répétitions (Figures 5 & 6) :

✚ En grandes parcelles, le traitement de l'ombrage

La grande parcelle est constituée de (T1 : Témoin sans ombrage ; T2 : 50% et T3 : 90%).

✚ En petites parcelles, les six variétés de fève et de féverole (4301→4318) et (4207→4224). La petite parcelle élémentaire est constituée de 6 variétés disposées en 6 lignes de 4 m de longueur et espacées de 0,60 m.

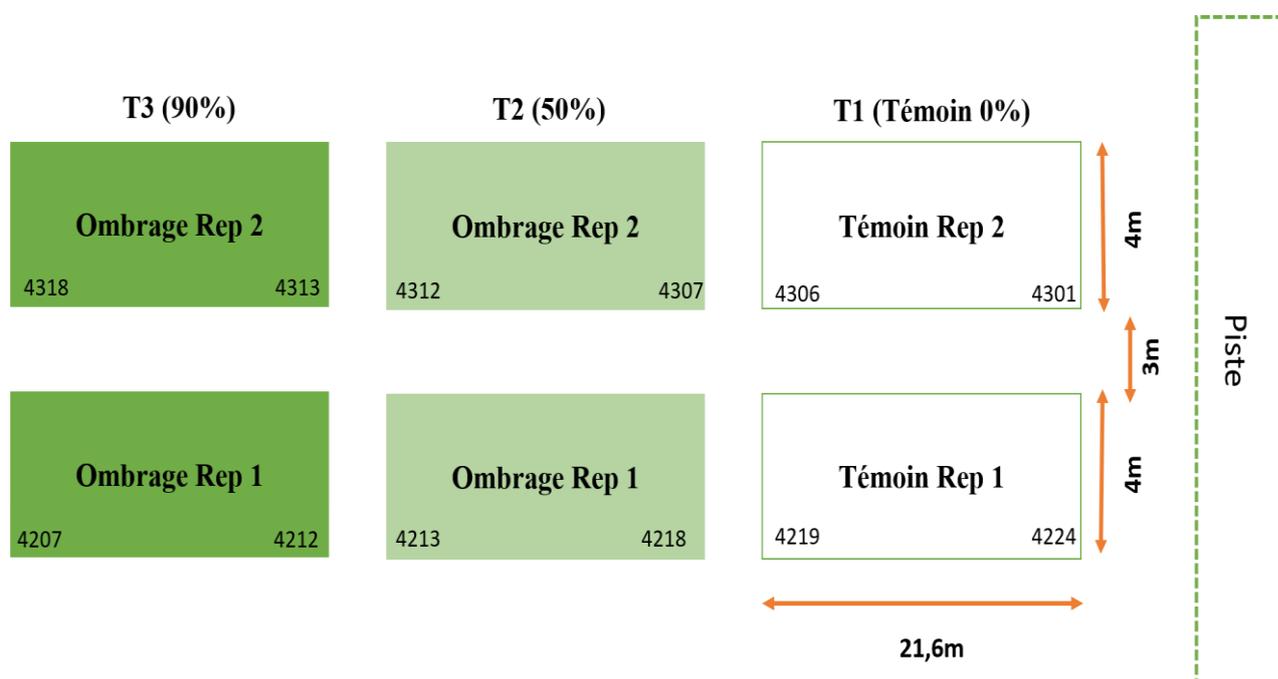


Figure 5 : Dispositif expérimental.



Figure 6 : Dispositif expérimental.

(A : Témoin, B : Filet ombrage 50%, C : Filet ombrage 90%).

VI. DONNEES EXPERIMENTALES

Sur cinq plantes prises au hasard au niveau des lignes centrales de chaque parcelle élémentaire, les composantes du rendement suivantes ont été mesurées pour chaque plante :

- Hauteur de la plante (en cm) : au stade de maturité physiologique. Elle est mesurée de la base au sommet de la plante par un mètre ruban (Figure 7a) ;
- Epaisseur de la tige principale (en mm) : elle est mesurée au niveau du 4ème entre-nœuds par un pied à coulisse (Figure 7b) ;
- Nombre de nœuds par tige principale (Figure 8a) ;
- Nombre de nœuds par tige secondaire (Figure 8a) ;
- Etage du premier nœud fructifère (Figure 8a) ;
- Nombre de gousses par tige principale (Figure 8b) ;
- Nombre de gousses par tige secondaire (Figure 8b) ;
- Nombre de graines par gousse de la tige principale (Figure 8c) ;
- Nombre de graines par gousse de la tige secondaire ;
- Poids de graines de la tige principale et de la tige secondaire (en g): ce poids est mesuré par une balance électrique (Figure 6c), après un calibrage manuel.



Figure 7 : Matériel utilisés.

(a : Mètre ruban, b : Balance électrique, c : Pied à coulisse)



Figure 8 : Composantes du rendement.

(a : Nombre de nœuds fructifères, b : Nombre de gousses, c : Nombre de graines)

La mesure de l'intensité lumineuse a été prise par un luxmètre (Figure 9) d'une part hors du filet d'ombrage et d'autre part, sous le filet d'ombrage. Ensuite, nous avons calculé le pourcentage d'intensité lumineuse retenue.



Figure 9 : Luxmètre.

VII. TRAITEMENT DES DONNEES

Le calcul des moyennes pour chaque variable et les différents graphes sont réalisés par le logiciel Excel. L'analyse de variance est réalisée avec le logiciel IBM SPSS qui nous a permis d'avoir des résultats de la corrélation entre les composantes du rendement. Cette corrélation peut avoir quatre « valeurs p° » :

- Si la valeur $p^\circ = 0.05$ corrélation non significative (NS) ;
- Si $0.05 > \text{valeur } p^\circ > 0.01$ corrélation significative (*) ;
- Si $0.01 > \text{valeur } p^\circ > 0.001$ corrélation hautement significative (**) ;
- Si Valeur $p^\circ < 0.001$ corrélation très hautement significative (***) .

RESULTATS ET DISCUSSION

V. ANALYSE DE LA VARIANCE

Les résultats de l'analyse statistique de la variance (ANOVA) sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Analyse de la variance (ANOVA) pour les paramètres agronomiques étudiés.

Variables dépendantes	Variété		Ombrage		Variété x Ombrage	
	Pvalue	Signification	Pvalue	Signification	Pvalue	Signification
Hauteur	0,000	***	0,419	NS	0,001	***
Nb de tiges/plante	0,999	NS	0,244	NS	0,913	NS
Nb de gousses/TP	0,000	***	0,303	NS	0,327	NS
Nb de gousses/TS	0,000	***	0,034	*	0,230	NS
Nb de nœuds fructifères/ TP	0,000	***	0,571	NS	0,014	*
Nb de nœuds fructifères/ TS	0,000	***	0,028	*	0,225	NS
Rang TP	0,000	***	0,149	NS	0,358	NS
Diamètre	0,000	***	0,685	NS	0,067	NS
Nb de graines/TP	0,000	***	0,512	NS	0,063	NS
Nb de graines/TS	0,000	***	0,078	NS	0,135	NS
Poids de graines/TP	0,000	***	0,068	NS	0,276	NS
Poids des graines/TS	0,067	NS	0,046	*	0,784	NS

TP : Tige principale

(***): Très hautement significatif

(*): Significatif

TS : Tige secondaire

(**): Hautement significatif

NS : Non significatif.

D'après l'analyse de la variance, on remarque que l'effet variété est très hautement significatif (***) pour toutes les composantes du rendement à l'exception du nombre de tiges par plante et du poids des graines des tiges secondaires.

Cette analyse (ANOVA) a indiqué que l'ombrage a un effet non significatif (NS) sur la plupart des composantes du rendement, à l'exception de trois paramètres dont, le nombre de gousses par tige secondaire, le nombre de nœuds fructifères sur la tige secondaire et le poids des graines sur la tige secondaire, qui ont un effet significatif (*).

En dernier, l'interaction de la variété avec l'ombrage est absente (NS) sauf pour la hauteur et le nombre de nœud fructifères sur la tige principale dont l'interaction est respectivement très hautement significative (***) et significative (*). Ceci suggère que les variétés répondent de la même manière à chacun des traitements de l'ombrage.

VI. INTERPRETATIONS SUR LA VARIATION DES COMPOSANTES DU RENDEMENT SOUS L'EFFET DE L'OMBRAGE

1. Hauteur de plante

Les résultats (Figure 10) ont montré qu'il n'y a pas de grande différence au niveau de la hauteur entre les variétés V1, V4 et V6 pour les trois traitements (T1, T2 et le Témoin). En effet, elles ont presque la même hauteur (entre 60 et 70cm). À la différence des variétés V2, V3 et V5 dont nous avons observé une différence remarquable. Tel est le cas pour la variété V2, où le T2 et T3 ont une hauteur qui dépasse le témoin avec plus de 10 cm.

2. Nombre de tiges par plante

Sur la majorité des variétés (Figure 11), nous avons observé que le témoin contient plus de tiges que T2 d'une part. D'autre part, T2 contient plus de tiges que T3 à l'exception de la variété V4. Nous constatons également que le nombre de tige par plante est supérieur à 2 tiges. On peut dire que les variations sont statistiquement non significatives.

3. Nombre de gousse sur la tige principale

Pour le nombre de gousses sur la tige principale (Figure 12), les variétés V1 et V2 ne dépassent pas les 4 gousses par tige. De plus, il n'y a pas une différence statistiquement significative entre les traitements.

Toutefois, pour les variétés V3, V4, V5 et V6, le nombre de gousses varie entre 6 à 10 gousses par tige. En même temps, nous constatons que pour le témoin, le nombre de gousses est toujours élevé, suivi du T2 et de T3 sauf pour la variété V6. En conséquence, nous pouvons conclure que l'ombrage a un effet légèrement négatif sur le nombre de gousses surtout pour les quatre dernières variétés (V3, V4, V5 et V6).

4. Nombre de gousses sur les tiges secondaires

Pour le nombre de gousses sur les tiges secondaires (Figure 13), cette composante du rendement ne dépasse pas les 6 gousses, à l'exception chez V5.

Concernant les trois traitements, V1 est la seule variété ne montrant pas une grande différence au niveau de ce caractère. En revanche, les autres variétés montrent un témoin produisant plus de gousses par tiges secondaires que les traitements T2 et T3. À cet effet, nous pouvons dire que l'ombrage a un effet négatif sur le nombre de gousse par tiges secondaires.

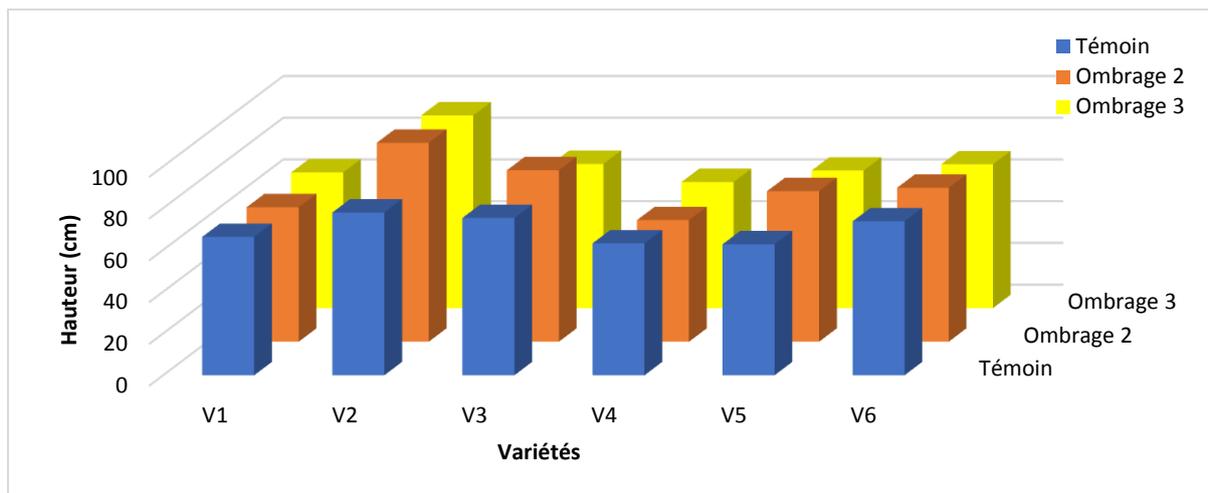


Figure 10 : Variation de la hauteur chez les variétés de *Vicia faba* L. en fonction de l'ombrage.

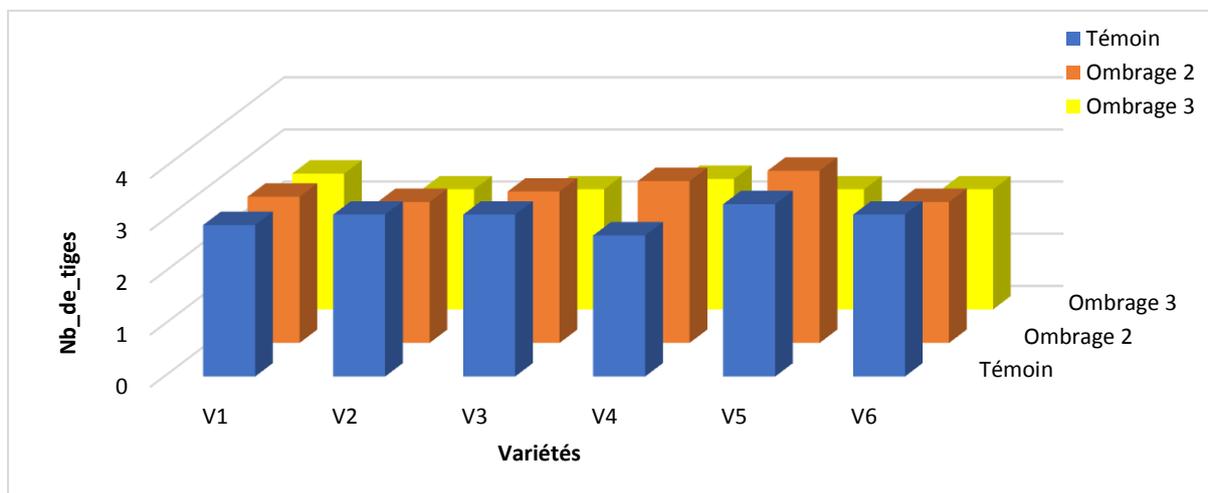


Figure 11 : Variation du nombre de tiges chez les variétés en fonction de l'ombrage

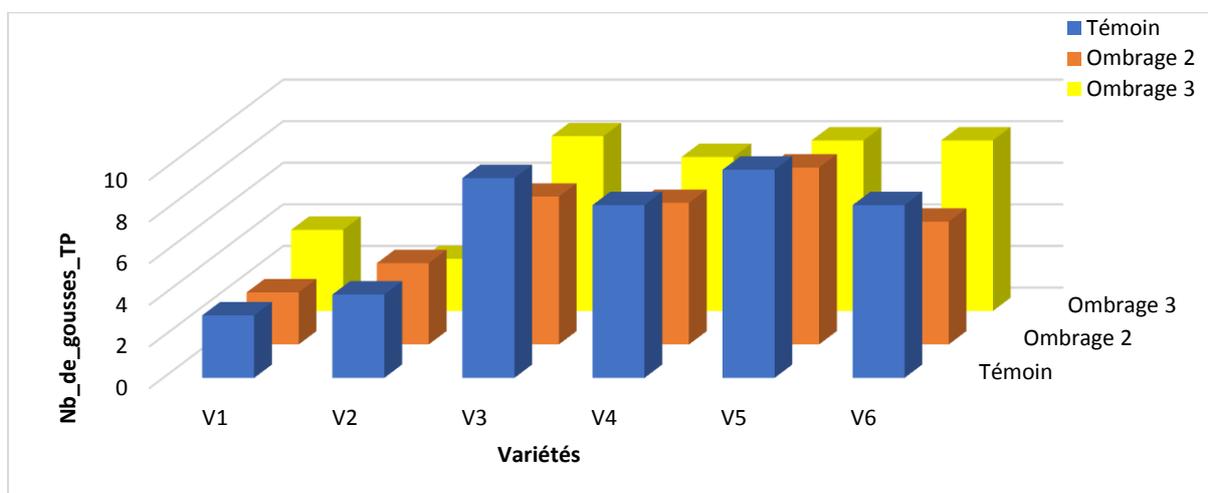


Figure 12 : Variation du nombre de gousses sur la tige principale chez les variétés.

5. Nombre de nœuds fructifères sur la tige principale

D'après la figure 14, nous constatons que le nombre de nœuds fructifères sur la tige principale varie pour chaque variété : pour V1 et V2, ce nombre varie entre 2 et 4. Alors que pour les autres variétés, le nombre de nœuds est entre 4 et 7.

Pour les traitements ombrage, nous constatons une instabilité du nombre de nœuds fructifères sur la tige principale. C'est le cas pour V1 sous l'effet du T3. Il semble que cette variété possède un nombre élevé. Elle est suivie du témoin et puis T2. Nous concluons que pour les autres variétés, le témoin donne un nombre de nœuds fructifères sur la tige principale le plus élevé.

6. Nombre de nœuds fructifères sur les tiges secondaires

Pour le nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires (figure 15), nous remarquons que toutes les variétés sous le T dépassent le nombre de 4 nœuds fructifères, sauf V1. Également, toutes les variétés sous le traitement 2 dépassent les 2 nœuds fructifères sauf la V1. Pour T3, Les variétés V3, V4 et V5 possèdent un nombre supérieur à 2 nœuds fructifères.

Ainsi, nous constatons une réduction du nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires dans le cas de l'ombrage T2 et encore plus dans le cas de T3.

7. Rang du 1^{er} nœud fructifère sur la tige principale

Pour le rang du 1^{er} nœud fructifère sur la tige principale des variétés (figure 16), nous constatons que presque toutes les variétés comprises entre le 5^{ème} et le 6^{ème} rang sauf chez les deux variétés (V2 et V5) qui dépassent le 6^{ème} rang.

Pour le traitement, on remarque la même tendance pour ce caractère qui est presque stable chez toutes les variétés sauf V2 qui a un témoin très supérieur suivie par le T3 et finalement le T2 et on a aussi la V5 qui a un témoin et T2 supérieur par rapport au T3.

8. Diamètre de la tige principale

D'après la figure 17, nous remarquons que le diamètre dépasse 8 mm chez presque toutes les variétés sauf la V4 qui a un diamètre de 7mm sous les trois traitements. et la V6 en T et T2

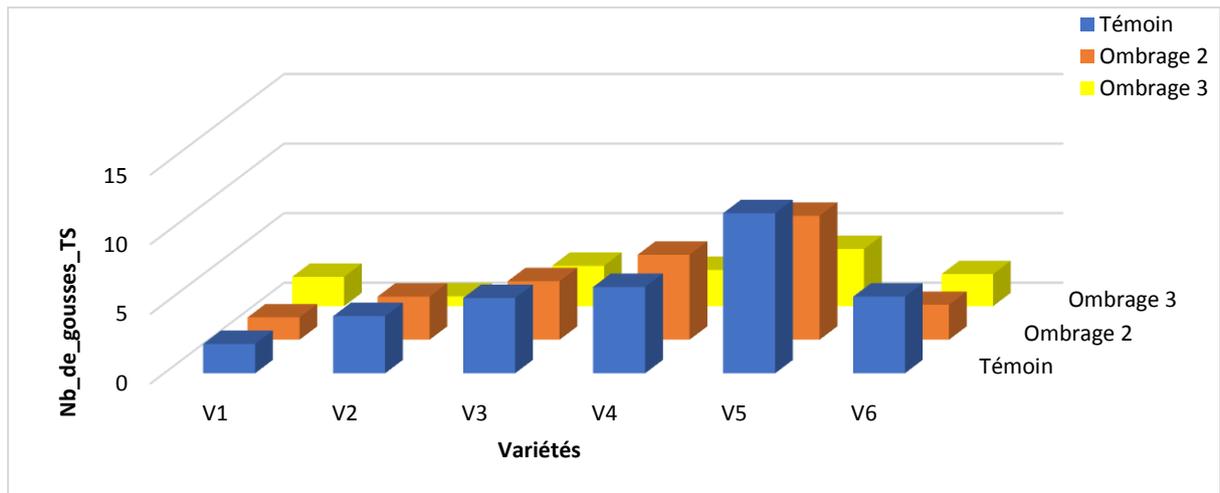


Figure 13 : Variation du nombre de gousses sur les tiges secondaires chez les variétés.

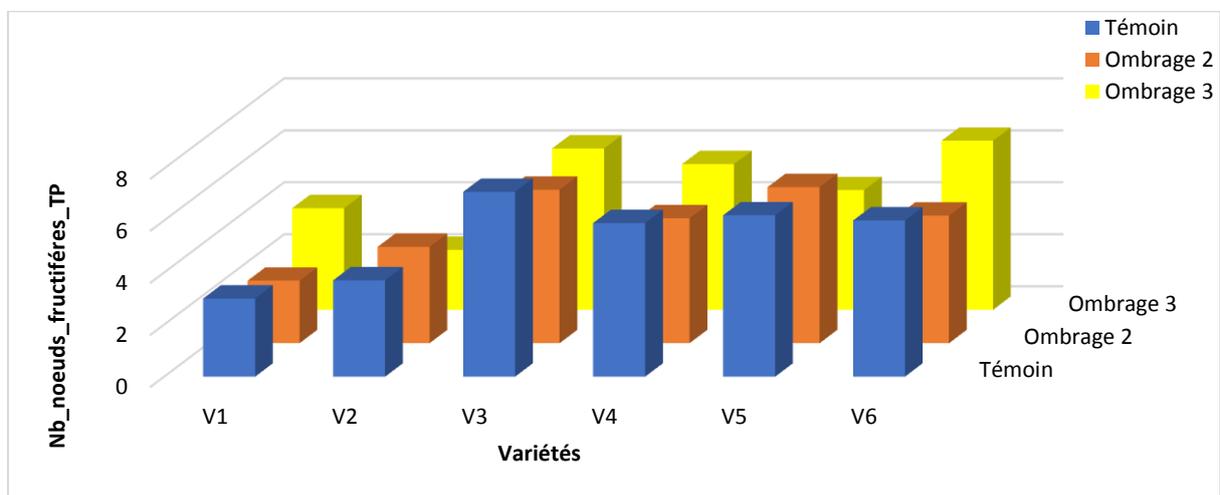


Figure 14 : Variation du nombre de nœuds fructifères sur la tige principale des variétés.

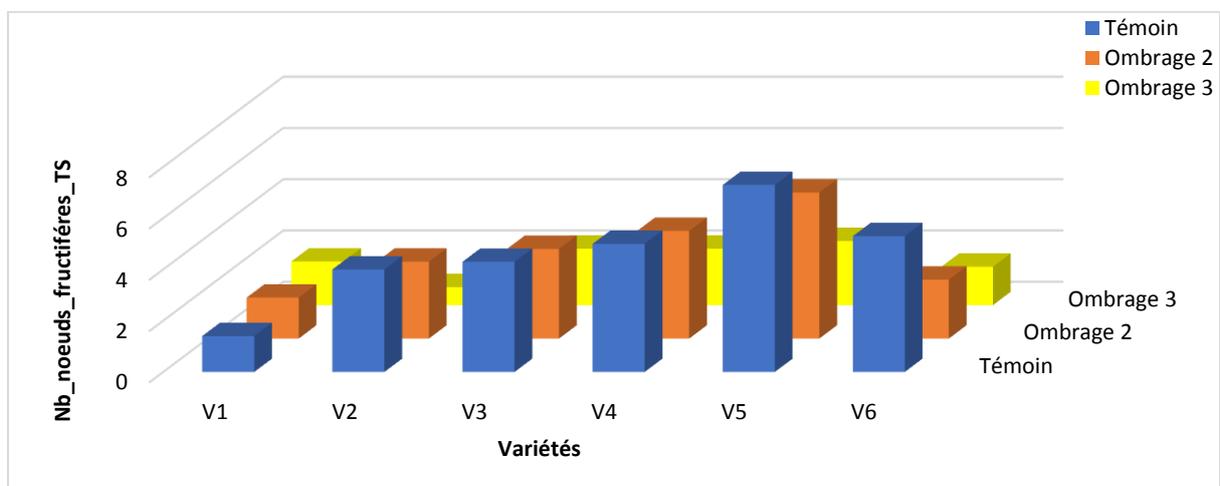


Figure 15 : Variation du nombre de nœuds fructifères sur les tiges secondaires des variétés.

9. Nombre de graines sur la tige principale

Pour le nombre des graines sur la tige principale (figure 18), on constate que les variétés V1 et V2 se distinguent des autres variétés par une production faible du nombre de graines par tige principale.

Toutes les variétés nous montrent que l'ombrage n'a pas un effet significatif sur le nombre de graines.

10. Nombre de graines sur les tiges secondaires

Selon la figure 19, on remarque que la variété V5 à le nombre de graines le plus élevés au niveau de la tige secondaire.

On remarque aussi, que l'ombrage a un effet négatif pour ce paramètre, résultant d'une réduction du nombre de graines chez toutes les variétés sauf chez la V4 où le T2 dépasse le témoin.

11. Poids des graines sur la tige principale

La figure 20 nous montre qu'au niveau du rendement via le poids des graines sur la tige principale, la Variété V3 est la plus productive alors que la Variété V2 est la moins productive.

On observe également que, pour toutes les variétés, le poids des graines sur la tige principale diminue à chaque fois qu'on applique un traitement de l'ombrage.

12. Poids des graines sur les tiges secondaires

On observe sur la figure 19 que la V5 est plus productive en rendement de graines par tiges secondaires, au contraire de la V2 qui est la moins productive.

On remarque aussi qu'il y a une grande différence entre le témoin et les traitements T2, T3 pour toutes les variétés. Cela implique que les traitements ont un effet significativement négatif sur le poids de graines sur les tiges secondaires.

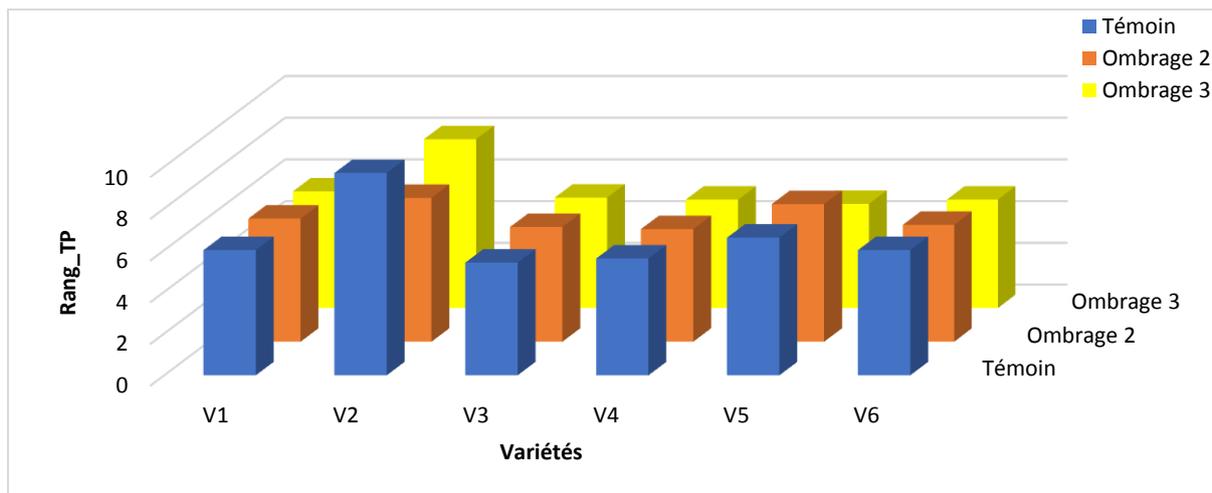


Figure 16 : Variation du Rang du 1^{er} nœud fructifère

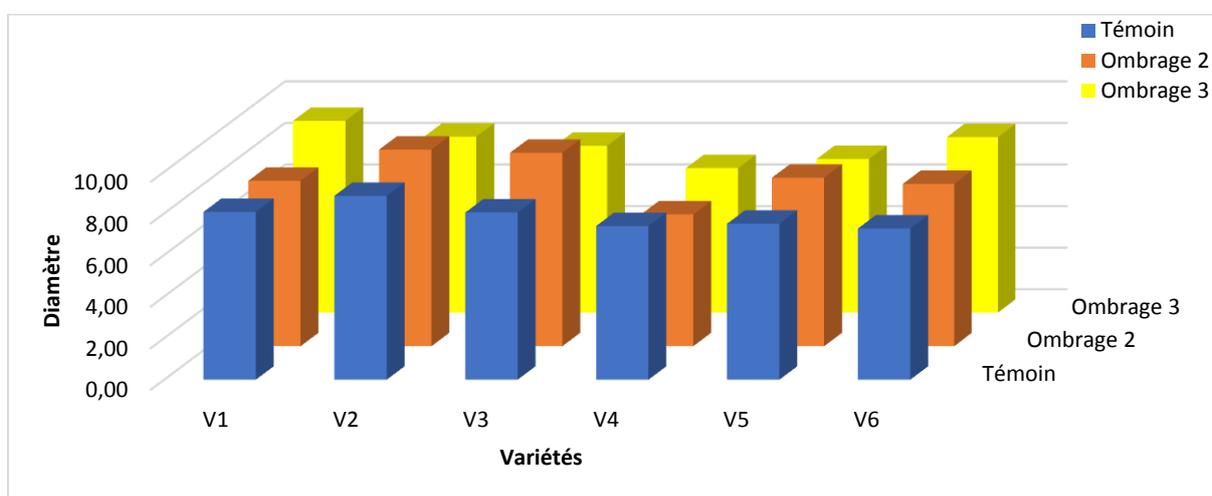


Figure 17 : Variation du diamètre de la tige principale chez les variétés

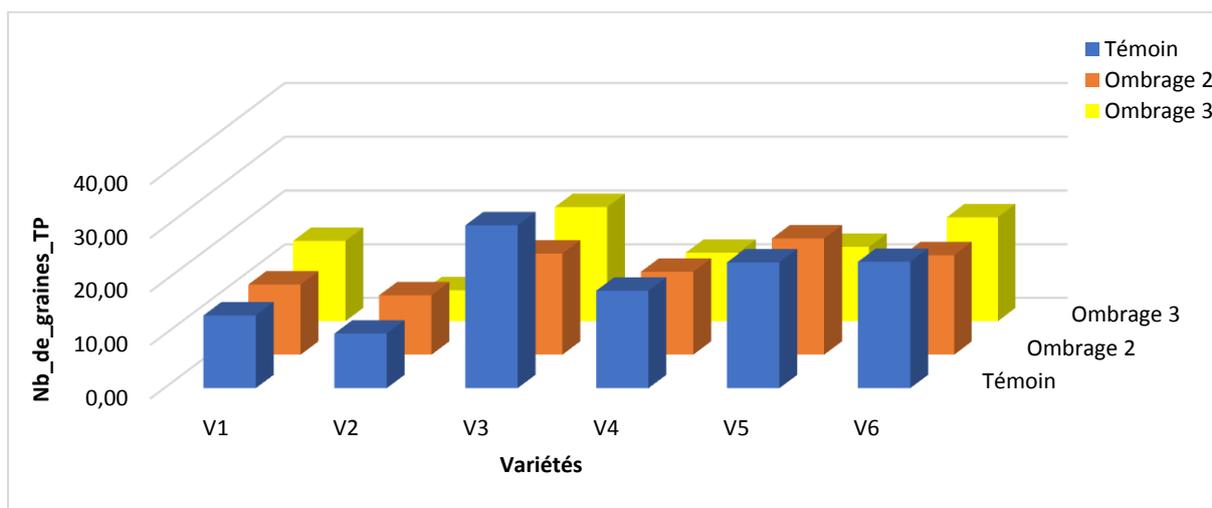


Figure 18 : Variation du nombre de graines sur la tige principale des variétés

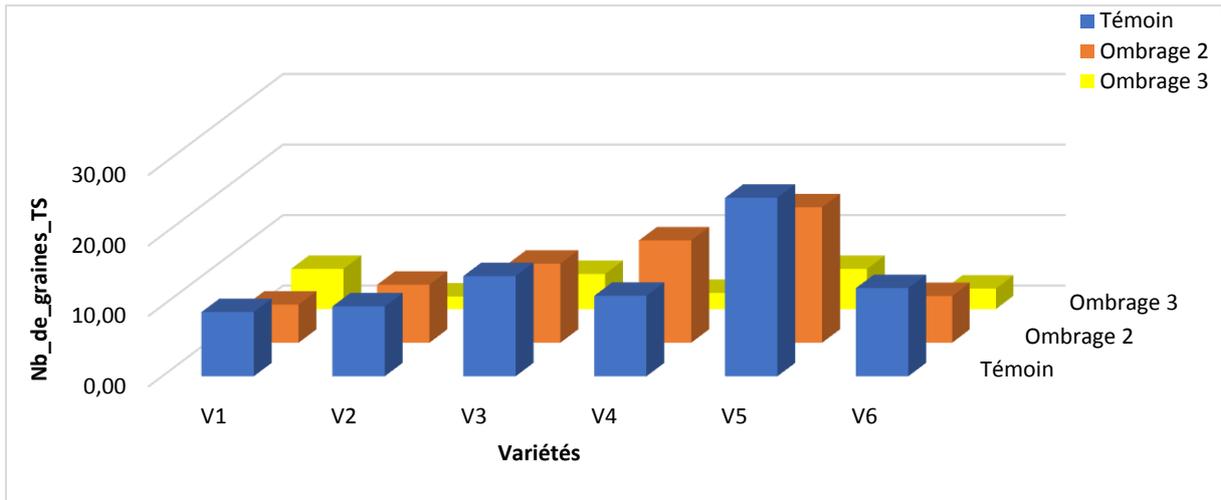


Figure 19 : Variation du nombre de graines sur les tiges secondaires des variétés.

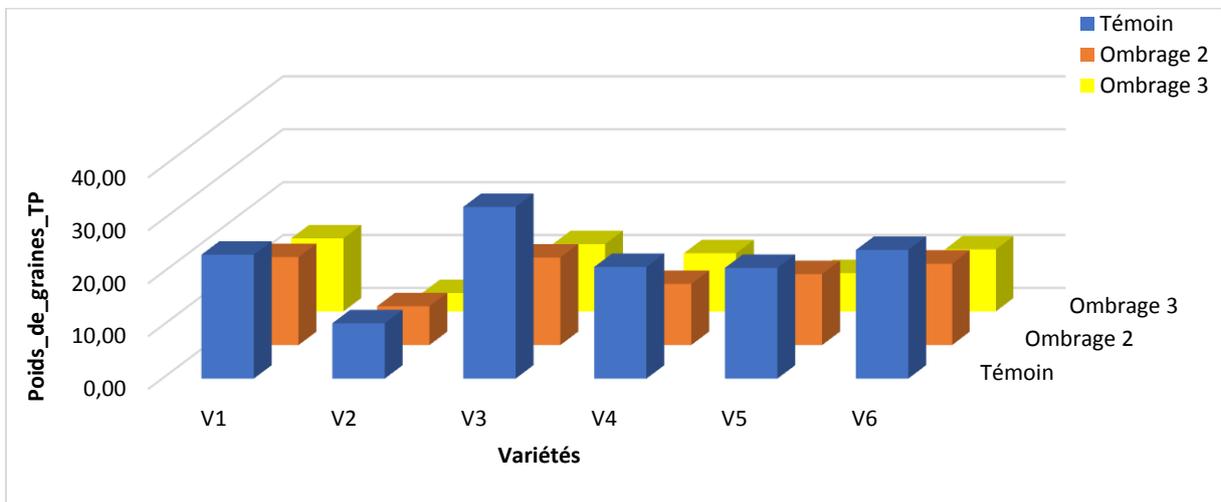


Figure 20 : Variation du poids de graines sur la tige principale des variétés

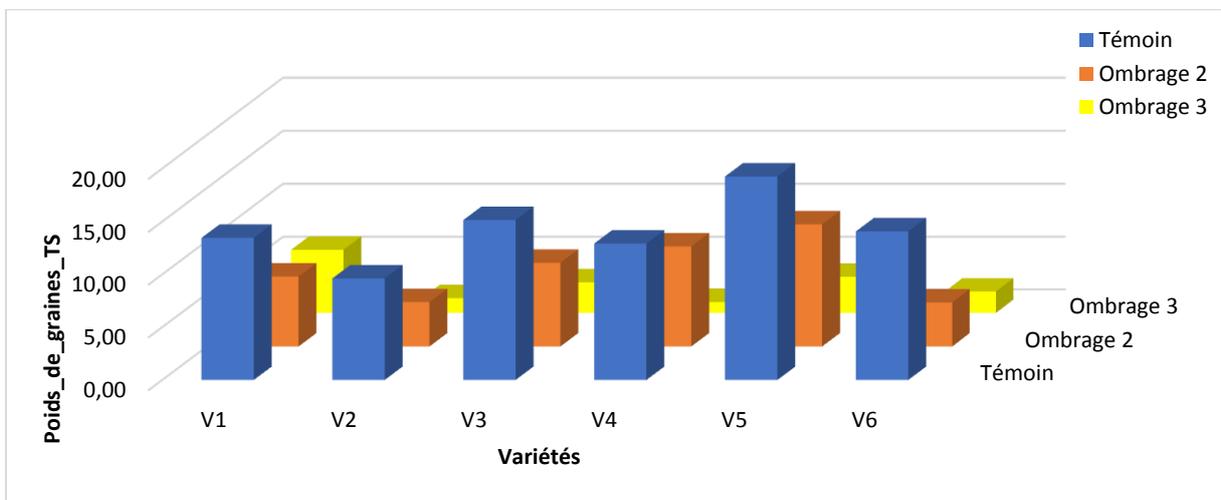


Figure 19 : Variation du poids de graines sur les tiges secondaires des variétés.

VII. ÉTUDE DES CORRELATION

Un tableau de corrélation (Annexe 3) est réalisé par le logiciel IBM SPSS. Ce tableau nous fournit des différents résultats dont nous citons :

La corrélation entre les composantes du rendement peut avoir quatre valeurs de « p° » :

- Si la valeur $p^\circ = 0.05$ corrélation non significative (NS) ;
- Si $0.05 > \text{valeur } p^\circ > 0.01$ corrélation significative (*) ;
- Si $0.01 > \text{valeur } p^\circ > 0.001$ corrélation hautement significative (**) ;
- Si Valeur $p^\circ < 0.001$ corrélation très hautement significative (***) .

La corrélation entre le nombre de gousses par tige secondaire et le nombre de graines par tige secondaire a un effet hautement significative (**).

La corrélation entre le nombre de gousses par tige principale et le diamètre a un effet non significatif (NS).

La corrélation peut aussi avoir un effet positif ou négatif et cela traduit l'effet d'une composante sur une autre, en effet :

La corrélation entre le nombre de tige et le nombre de graines sur la tige secondaire a un signe positif (+0,518) on a déduit que si le nombre de tige augment le nombre de graines sur la tige secondaire augment également.

La corrélation entre le diamètre de la tige principale et le poids de graines sur la tige secondaire a un signe négatif (-0,224) donc que si le diamètre de la tige principale augment le poids de graines sur la tige secondaire diminué.

CONCLUSION GENERALE

La culture des fèves est d'une très grande importance, dans la filière des légumineuses alimentaires. Au niveau national, elle occupe à peu près la moitié de la superficie emblavée en légumineuses alimentaires. Cependant, cette culture souffre de plusieurs contraintes comme les variations climatiques.

La présente étude, est conduite au niveau *du domaine expérimental de Douyet à l'institut National de la Recherche Agronomique « INRA »*. Ce travail a pour objectif l'évaluation de 4 variétés de fève et 2 variétés de fèverole en condition d'ombrage. Ceci afin d'analyser le comportement des différents paramètres physiologique et morphologique de ces six variétés lorsqu'elles sont ombragées avec un filet de 50% et de 90%.

Des mesures des composantes de rendement (hauteur, nombre de gousses, nombre de gaines, poids de graines, diamètre, nombre de nœuds fructifère, nombre de tige). Sont réalisées pendant le stage puis traitées avec le logiciel (IBM SPSS).

Les résultats de l'analyse statistique de la variance (ANOVA) montrent que la variable « variétés » a une très haute signification pour presque toutes les composantes. En effet, chaque variété de *Vicia faba* a des caractéristiques qui la différencient des autres variétés. L'effet de l'ombrage a une dominance de la non signification. L'ombrage n'a apporté aucun plus pour les paramètres étudiés. Mais. Pour l'interaction des « Variétés x Ombragées », on remarque que l'ombrage a un grand impacte sur les résultats. Ces derniers sont non significatifs après l'association des deux variables « Variétés » et « Ombrage ».

Les résultats de la variation des composantes du rendement sous l'effet de l'ombrage ont montré que cet effet a un résultat négatif sur les différents paramètres étudié. Aussi la plupart des composantes de rendement du témoin dépassent celles des autres traitements utilisés, T2 et T3 à quelques rares exceptions où on trouvé que l'ombrage a un effet positif.

Les résultats de la corrélation, entre les différentes composantes du rendement nous montrent, d'une part une corrélation négative hautement significative entre le diamètre de la tige principale et le poids des graines sur la tige secondaire. D'autre part une corrélation positive hautement significative entre le diamètre de la tige principale et le nombre des graines sur la tige principale et également entre le nombre de nœuds fructifère et le nombre des graines sur la tige secondaire.

***REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES***

- **Baldy C., Dupraz C. et Schilizzi S. (1993).** Vers de nouvelles agroforesteries en climats tempérés et méditerranéens. I. Aspects agronomiques. *Cahiers Agricultures*, 2 : 375–386.
- **Beauval V. (2017).** Présentation très résumée des cultures associées dans les agricultures africaines. Cotonou pp 1-2.
- **Bond D.A., Lawes D.A., and Poulsen M. (1983).** Broadbean (*Faba Bean*). In: Hybridization of Crop Plant, Editions, American Society of Agronomy, 203-213pp.
- **Brink M. & Belay G. (2006).** Ressources végétales de l’Afrique tropicale 1 : céréales et légumes secs Prota, pays. Bas pp.221-223.
- **CAB International. Wallingford, UK. p 386.** Crop Protection Compendium 2005 Edition
- **Chaux C. & Flourey C. (1994).** Légumineuses potagères, légumes, fruits. Production légumière sèche, Tome 3, Technique et documentation Lavoisier, pp 3-15.
- **Dajoz, R. (2000).** Eléments d’écologie. Ed. Bordas. Paris, 5ème édition. pp 631.
- **Duc G. (1997).** *Faba bean (Vicia faba L.)*. Field Crops Research, 53: 99-109.
- **FAOSTAT, (2017).**
<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=fr#ancor>,
 Mai 2017.
- **Fatemi Z. (1996).** Situation de la Culture des Fève au Maroc. In: rehabilitation of *faba bean*. Bertenbreiter W. & Sadiki M. (Eds), pp 33-38.
- **Fatemi Z., Aabbad F., Sakr B. (2005).** La création variétal à L’INRA méthodologie acquise et perspectives, pp 139-145.
- **Hebblethwaite P.D. & Hawtin G.C. & Lutman P.J.W. (1983).** The Husbandry of Establishment and Maintenance. In the *Faba bean. (Vicia faba L.)*: Edited by P. D. Hebblethwaite, pp 271-312.
- **Jensen ES, Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H. (2010).** *Faba bean* in cropping systems. Field Crops Research. 115: 203-216.
- **Jose S., A.R. Gillespie et S.G. Pallardy (2004).** Interspecific interactions in temperate agroforestry. Agrofor. Syst. 61 : 237–255.
- **Kolev N. (1976).** Les cultures maraichères en Algérie ; légume, fruit, Ed J. BAILLIERE.Paris. Vol I, p 207.
- **Le Guen, J., & Duc G., (1992).** La féverole. In «Amélioration des espèces végétales cultivées» Gallais A., Bannerot H. (Eds.) : pp 189-203.

- **Le Guen, J., & Duc G., (1996).** La Féverole. In : Amélioration des Espèces Végétales Cultivées : Objectifs et Critères de Sélection. A. Gallais et H. Bannerot (Eds.), pp 189-203.
- **Lim T.K (2012).** *Vicia faba*. Fruits. 2 :925-936.
- **Loss S.P, Siddique K.H.M (1997).** Adaptation of *faba bean* (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type-environment. I. seed yield and yield components. Field Crops Research. 52: 17-28.
- **Ong C.K., J.E. Corlett, R.P. Singh et C.R. Black (1991).** Above and below ground interactions in agroforestry systems. For. Ecol. Manage. 45 : 45–57.
- **Ong C.K., & P.A. Huxley. (1996).** Tree-crop interactions: a physiological approach.
- **Patrick J.W & Stoddard F.L. (2010).** Physiology of flowering and grain filling in *faba bean* Field Crops Research. 115: 234-242.
- **Pédron J-Y. (2006).** Références Productions légumières. Lavoisier 2ème édition, Paris, pp. 366-367.
- **Rosenberger, B. (1980).** Culture complémentaires et nourritures de substitution au Maroc (XV ème – XVIII ème siècle) in « Annales Economies, Sociétés et Civilisations », 35ème année, n° 3-4, pp. 477-504.
- **Sadiki M. et Lazraq A. (1998).** Projet « AMELIORATION DE LA CULTURE DES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES ». Fiche technique de la fève et la féverole.26p.
- **Sadiki M. & Lazrak A. (1998).** La fève et la féverole : Fiche technique. Institut agronomique et Vétérinaire Hassan II (eds.). p 31.

-(www.gardenbetty.com) LINDA LY

- https://jardinage.ooreka.fr/astuce/voir/481997/filet-d-ombrage

-https://astucesdegrandmere.net/jardiner-a-l-ombre-potager-peu-ensoleille/

ANNEXES

Annexe 1

Critères de distinction entre les trois variétés de *Vicia faba* L. (Guignard, 1989).

Traits \ Variétés	Major (fève)	Equina(févette)	Minor(févrole)
Taille des graines	Gros ou très gros (poids de 1000 graines >1200g)	Moyens (poids de 1000 graines entre 800 et 1200g)	Petits (poids de 1000 graines < 800g)
Forme des grains	Grains larges et plats	Graines présentant une dépression latérale des cotylédons	Ovoïdes réguliers et lisses
Taille des gousses	Gousse très longue (nombre d'ovules de 7 à 13)	Gousse longue (nombre d'ovules 3 à 4)	Gousse courte (nombre d'ovules de 2 à 3)
Forme des gousses	Aplatie souvent recourbée	Moins aplatie	Cylindrique
Port des gousses sur les tiges	Retombantes et traînant généralement à terre	Généralement semi-érigées ou à port horizontal	Port érigé sur les tiges

Annexe 2

Conduite de la culture de la fève

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 disques) suivi d'un passage au cover-crop ou à l'araire (Sadiki et Lazrak, 1998).

Semis de fève

Avec la serfouette, ouvrir des sillons distants de 50 cm et profonds de cinq cm, déposer les graines une à une tous les 10 cm, puis recouvrir. Il est encore possible de semer en poquets de trois ou quatre graines distants de 30 cm en tous sens. Désherber ensuite la culture et butter les pieds lorsque les tiges atteignent 30 cm de hauteur. Dans l'Ouest et le Midi, pratiquer les semis au mois de novembre pour récolter en avril-mai. Dans les autres régions, semer de la mi-juillet à la mi-août pour récolter de la fin septembre à octobre ou en février-mars pour récolter en avril-mai (Gérard Meudec, "Traité du Jardin", Editions Rustica).

Annexe 3

Corrélations de Pearson

		<u>Nb de tiges</u>	<u>Nb gousses/TP</u>	<u>Nb gousses/TS</u>	<u>Nb noeuds fructifères/TP</u>	<u>Nb noeuds fructifères/TS</u>	<u>Rang/TP</u>	<u>Diamètre</u>	<u>Nb graines/TP</u>	<u>Nb graines/TS</u>	<u>Poids graines/TP</u>	<u>Poids graines/TS</u>
<u>Hauteur</u>	Corrélation de Pearson	-0,036	-0,168*	-0,086	-0,051	-0,030	0,180*	0,370**	-0,091	-0,043	-0,100	-0,064
<u>Nb de tiges</u>	Corrélation de Pearson		-0,002	0,491**	0,022	0,554**	0,087	-0,171*	0,072	0,518**	0,130	0,485**
<u>Nb de gousses/TP</u>	Corrélation de Pearson			0,313**	0,868**	0,254**	-0,164*	0,105	0,717**	0,183*	0,379**	0,068
<u>Nb de gousses/TS</u>	Corrélation de Pearson				0,242**	0,943**	-0,010	-0,136	0,184*	0,896**	0,114	0,681**
<u>Nb noeuds fructifères/TP</u>	Corrélation de Pearson					0,238**	-0,147*	0,180*	0,725**	0,155*	0,441**	0,060
<u>Nb noeuds fructifères/TS</u>	Corrélation de Pearson						0,031	-0,180*	0,151*	0,868**	0,101	0,684**
<u>Rang/TP</u>	Corrélation de Pearson							0,138	-0,123	0,005	-0,112	-0,048
<u>Diamètre</u>	Corrélation de Pearson								0,245**	-0,182*	0,186*	-0,224**
<u>Nb de graines/TP</u>	Corrélation de Pearson									0,155*	0,694**	0,125
<u>Nb de graines/TS</u>	Corrélation de Pearson										0,154*	0,843**
<u>Poids de graines/TP</u>	Corrélation de Pearson											0,293**

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

**.. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).