

كلية العلوم والتقنيات فاس
+04ΣΠ01+ | +E00001ΣI Λ +0IΣΧΣ+ΣI
Faculté des Sciences et Techniques de Fès



جامعة سيدي محمد بن عبد الله
+00Λ0ΠΣ+ 0ΣΛΣ E8ΛEE0Λ ΘI ηΘΛ8IηI0Φ
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah



المعهد الوطني للبحث الزراعي
00ΣI0X 00C80 | 80XK8 | +0IηI00A+
Institut National de la Recherche Agronomique

PROJET DE FIN D'ETUDES

Licence Sciences & Techniques « Biotechnologie et
Valorisation des PhytoRessources »

Évaluation de différents génotypes de *Vicia faba L.* en condition de stress hydrique

Présenté par :

MESBAHI Rajae

Encadré par :

Pr. FATEMI Zain El Abidine (INRA -MEKNES)

Pr. DERRAZ Khalid (FST-FES)

Pr. DAOUI khalid (INRA-MEKNES)

Soutenu le 07/07/2021 devant le jury composé de :

Pr. FATEMI Zain El Abidine (INRA -MEKNES)

Pr. DERRAZ Khalid (FST-FES)

Pr. AMRANI JOUTEI khalid(FST-FES)

Dédicaces

Je dédie ce travail marquant de ma vie :

À la mémoire de mon père.

*À ma chère mère pour son amour, ses
encouragements.*

À mon frère pour son soutien.

Et à tous mes chers amis.

Remerciement

*Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements les plus sincères à M. **FATEMI Zain El Abidine**, chercheur à l'INRA du Maroc pour son encadrement au cours duquel j'ai beaucoup bénéficié et enrichi ma formation grâce à ses riches conseils et précision sur le sujet.*

*Je tiens également à exprimer ma gratitude et remercier Mr. **DERRAZ Khalid**, professeur la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour ses conseils, corrections et orientations au cours de son encadrement.*

*Mes plus vifs remerciements vont à M, **AMRANI JOUTEI Khalid**, professeur à la faculté des sciences et techniques de fès Qui a accepté de lire et juger mon travail.*

*Je tiens aussi à remercier M, **DAOUI Khalid**, docteur chercheur à L'INRA, pour son encadrement.*

RESUME

La culture de la fève (*Vicia faba*) a une grande importance, dans la filière des légumineuses alimentaires au niveau national, du fait qu'elle occupe en moyenne à peu près la moitié de la superficie emblavée en légumineuses alimentaires

La présente étude a été conduite au sein de Domaine expérimental de Douyet. Elle a comme objectif l'évaluation de différentes variétés de fève et féverole en condition de stress hydrique.

Pour répondre à cet objectif nous avons testés six variétés différentes de *Vicia faba*, en deux traitements d'irrigation différents. Les mesures ont concerné les paramètres suivants : hauteur, nombre de tige, les nombres de gousses, nombre de nœuds fructifère, nombre de graines, poids des graines, le diamètre et le rang de premier nœud fructifère.

Les résultats obtenus ont montré que les composantes du rendement sont variables d'une variété à l'autre, et que la variété 5 est la plus productive, en basant sur la comparaison de nombre de gousses et de graines entre les six variétés étudiées. Et que l'irrigation a un effet positif sur le développement végétatif.

Mots clés : *Vicia faba*, domaine expérimental douyet, développement, rendement, variété.

Liste des tableaux

Tableau 1	Noms des variétés	P10
Tableau 2	Itinéraire technique de l'expérimentation	P12
Tableau 3	Synthèse ANOVA	P14
Tableau 4	Corrélations de différentes composantes étudiées.	P20

Liste des figures

Figure 1	Photo de <i>Vicia faba.L</i>	P3
Figure2	Photo de la fleur de <i>Vicia faba. L</i>	P4
Figure 3	Photo de la rouille chez <i>Vicia faba.L.</i>	P7
Figure 4	Photo d'une orobanche.	P7
Figure 5	Photo de la fève mature	P8
Figure 6	Précipitations au niveau de Domaine Experimental de Douyet durant la campagne agricole 2020-2021	P11
Figure 7	Plan du dispositif d'irrigation au niveau de Domaine Expérimental de Douyet.	P11
Figure 8	Photo de la balance	P13
Figure 9	Photo du pieds à coulisse utilisée pour mesurer le diamètre de la tige	P13
Figure 10	Photo de l'humidimètre	P13
Figure 11	Photo de luxmètre	P13

Figure 12	Hauteur de la tige principale en fonction de la variété et de traitement	P15
Figure 13	Nombre de tiges en fonction de la Variété et de traitement	P15
Figure 14	Nombre de gousses par tige principale en fonction de la variété et de traitement	P16
Figure 15	Nombre de gousses par tige secondaire en fonction de la variété et de traitement	P16
Figure 16	Nombre de nœuds fructifères par tige principale en fonction de la variété et le traitement	P17
Figure 17	Nombre de nœuds fructifères par tige secondaire en fonction de la variété et le traitement	P17
Figure 18	Rang de premier nœud fructifère par tige principale en fonction de la variété et le traitement	P18
Figure 19	Diamètre de la tige principale en fonction de la variété et le traitement	P18
Figure 20	Nombre de graines par tige principale en fonction de la variété et de traitement	P18
Figure 21	Nombre de graines par tige secondaire en fonction de la variété et de traitement	P18
Figure 22	Poids de graines par tige principale en fonction de la variété et de traitement	P19
Figure 23	Poids de graines par tige secondaire en fonction de la variété et de traitement	P19

Liste d'abréviations

- ❖ INRA : Institut National de Recherche Agronomique
- ❖ SAU : surface agricole utile
- ❖ FAOSTAT: Food and agriculture organization of the United Nations
- ❖ Ha: Hectare

SOMMAIRE

Titres	Page
Introduction générale	1
Partie bibliographique	2
I. Généralités sur la plante : <i>Vicia faba</i>.L.	2
1. Origine et répartition géographique	2
2. Position systématique	2
3.description botanique	3
4.mode de reproduction.	5
5. Intérêt culturel de la fève.	5
6. Exigences écologiques	6
7. Principales Maladies et parasites des fèves	7
8.Récolte de la fève	8
9.Stockage	9
II .Stress hydrique et ses effets sur la plante	9
1.Définition	9
2. Effets du stress hydrique sur la plante	9
3. Tolérance à la déshydratation.	10
Partie matériel et méthodes	11
I.Objectif	11
II.Matériel végétal	11
III. Protocol expérimental	11
1. Site expérimental	11
2. Données pédoclimatiques	11
3. Dispositif expérimental	12
4. Itinéraire technique	13
IV. Notations et observations	13
1. Composantes du rendement	13
2. Traitement des données	15
Partie résultats et discussions	16
I . Analyse de variance	16
II . Variation des données végétatives et composantes du rendement	17

III . Corrélations entre les différents paramètres étudiés	22
Conclusion	25

Introduction

Générale

Revue bibliographique

Matériel et méthodes

Résultats et discussions

Conclusion

Références

Les légumineuses est une famille très importante de plantes à fleurs, herbacées ou arborées, les Fabaceae (Vertès, 2010), représentée par plus de 7000 espèces dans le monde. Leurs graines se forment à l'intérieur de gousses, et peuvent former une symbiose avec une classe de bactéries (*Rhizobium sp.*) capables de fixer l'azote atmosphérique.

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 1,3418 t/ha (FAOSTAT, 2017). Le sol des légumineuses est constitué à hauteur de 48% de fèves, 19% de pois chiche, 12% de lentilles et 11% de petits pois.

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).

L'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) a fondé le programme d'amélioration de la culture de fève. Son objectif est la conservation et l'amélioration des ressources génétiques de fève, visant à mettre à la disposition des agriculteurs des variétés productives, de bonne qualité et résistantes aux maladies et aux parasites.

Notre stage a pour l'objectif l'évaluation de différents génotypes de la fève en condition de stress hydrique par le biais de quelques paramètres tels que la hauteur, le nombre de tige, le nombre de gousses par tige, le nombre de graine par gousses, le poids des graines.

Le présent travail comporte trois parties :

- ✚ Première partie, bibliographique, rassemblant les diverses données générales collectées sur les légumineuses et sur l'espèce *Vicia faba L.*
- ✚ Deuxième partie, décrit le matériel et les méthodes utilisés.
- ✚ Troisième partie, récapitulative des différents résultats et discussion obtenues concernant les différentes variétés testées.

I . Généralités sur la plante : *Vicia faba*.L

1. Origine et répartition géographique

La fève a été domestiquée très tôt dans le monde. Bien que son origine ne soit pas encore claire, il a été longtemps pensé qu'elle était originaire de la méditerranée ou de l'Asie de l'Ouest. D'autres auteurs, comme Mikic (2011), la considèrent originaire d'Asie centrale. Selon Cubero (2011), le centre d'origine de *Vicia faba* L. serait le Proche-Orient. Cette plante aurait été disséminée d'abord vers l'Europe centrale et la Russie puis vers l'Est de la méditerranée et à partir de l'Egypte et les côtes Arabes vers l'Abyssinie puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16ème siècle, la culture de la fève a été introduite en Amérique par les Espagnoles et vers la fin du 20^{ème} siècle, elle a réussi à atteindre l'Australie.

2. Position Systématique

La classification de la fève d'après Dajoz (2000) :

- ✓ 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*



Figure1 : Photo de *Vicia faba*.L

3. Description de la plante

3.1. Appareil végétatif

Vicia faba L. est une plante herbacée annuelle, à croissance indéterminée. Elle est formée d'un appareil végétatif, comprenant les racines, la tige et les feuilles, ainsi qu'un appareil reproducteur formé par les fleurs qui sont à l'origine des fruits et par la suite des graines.

En ce qui concerne l'appareil végétatif :

- **Racine :**

Le système racinaire est formé par une racine principale pivotante (Le Guen et Duc, 1992) à racines très nombreuses, portant d'abondantes nodosités blanchâtres renfermant la bactérie fixatrice d'azote atmosphérique *Rhizobium leguminosarum*.

- **Tige :**

La tige est simple, épaisse, large, quadrangulaire et creuse, comporte jusqu'à 5 ramifications à la base. Sa hauteur est généralement comprise entre 0,8 à 1,2 m. Les tiges présentent un nombre

variable de nœuds végétatifs à la base (5 à 10) et puis un nombre également variable de nœuds reproducteurs (de 7 à 25), alors que l'apex de la tige présente un bourgeon terminal végétatif ce qui signifie que la croissance est indéterminée (Le Guen et Duc, 1992).

- **Feuilles :**

Sont alternes, composées-pennées, constituées de 2 ou 4 paires de folioles, d'une couleur vert glauque ou grisâtre. La foliole terminale est caractérisée par une arrête étroite non enroulée en vrille au niveau de l'extrémité du limbe.

3.2. Appareil reproducteur :

- **Inflorescence:**

Les fleurs sont groupées en grappe (Le Guen et Duc, 1992) de 2 à 12 selon le type.

- **Fleur :**

Elle est caractéristique des papilionacées, avec un calice composé de 5 sépales soudés et une corolle constituée de 5 pétales: deux ailes, un étendard et 2 pétales soudés formant une carène. Les fleurs sont de couleur blanche avec des taches plus ou moins violettes indiquant la présence de tanins dans la graine (Sadiki et Lazraq, 1998).



Figure 2 : Photo de la fleur de *Vicia faba*. L

(Bond et Pouslen, 1983)

Chaque fleur comporte dix étamines dont 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 (Fatemi, 2005).

- **Fruits :**

La gousse de la fève est charnue de longueur variable (4,5 à 16 cm). Elle est érigée pour la féverole et pendante ou horizontale pour la fève, avec deux à huit graines par gousse. A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (Fatemi, 2005).

4. Mode de reproduction

Selon Sadiki et Lazraq, 1998, la fève est une espèce partiellement allogame. Le taux d'allogamie varie de 4 à 84 %, avec une moyenne de 35 %. Ce taux est variable en fonction des caractéristiques propres à la plante (génotype) et selon l'environnement qui favorise ou non d'activité des insectes pollinisateurs (abeilles et bourdons).

5. Intérêt culturel de la fève

5.1- Intérêt alimentaire :

La production de la fève est utilisée pour la consommation humaine, la consommation animale et l'exportation. La quantité de fève consommée est d'environ 2,4 kg / personne et par an. Elle dépasse le niveau de consommation des autres légumineuses alimentaires (Fatemi, 1996).

Selon Gordon, (2004) et Daoui (2007), cette légumineuse a une teneur en protéine élevée et présente une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamines (B9 et C) et de minéraux (en particulier le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc).

Les grains de féverole, utilisés pour l'engraissement des animaux, sont considérés comme complément azoté dans l'alimentation animale surtout celle des bovins (Maatougui, 1996). L'évolution du niveau de la consommation animale suit de près la tendance de la consommation

humaine. Cela explique l'augmentation de l'utilisation de la féverole en alimentation animale (Fatemi, 1996).

5.2- Intérêt agronomique :

Vicia faba, comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants et spécialement l'azote, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé (Khaldi et al., 2002 ; Racheff et al. 2005). Ainsi, la fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 kg /ha. Elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique.

6. Exigences écologiques

6.1. Sols de culture

Selon Sadiki et Lazraq (1998), la fève s'adapte à une large gamme de types de sols, mais préfère ceux argilo-limoneux profonds à bonne capacité de rétention, dont le pH se situe entre 6 et 8. Cependant, une rétention d'eau trop importante entraîne un risque d'avortement des fleurs et des jeunes gousses. Par conséquent, le rendement est réduit et la maturation retardée. Il faut donc éviter les sols présentant un faible pouvoir de drainage ou excessivement humides. La fève est sensible aux sols compacts, il faut donc réduire les opérations de travaux avant et après le semis pour limiter le compactage.

6.2. Climat

Les exigences hydriques de la fève limitent sa zone de culture. En effet, cette plante est très sensible à la sécheresse et exige un approvisionnement régulier en eau durant la période de végétation. Une pluviométrie supérieure à 350 mm par an est nécessaire à un bon rendement. Le stress hydrique durant la phase reproductive induit l'avortement des fleurs et une réduction considérable de la production. La phase la plus sensible à la sécheresse coïncide avec le début de la formation des gousses. (Sadiki et Lazrak, 1998).

6.3. Lumière

La fève se comporte comme une plante de jour long qui se traduit par une exigence importante en luminosité (Laumonier, 1979)

7. Principales Maladies et parasites des fèves

7.1. Maladies cryptogamiques

Le botrytis : la maladie des taches chocolatées est causée par *Botrytis fabae*, c'est l'une des maladies les plus dévastatrices de la fève (MAALOUF, 2011).



Figure 3: Photo de botrytis chez *Vicia faba*.L.

Antrachnose : Est une maladie cryptogamique due à *Ascochyta fabae*. Elle se manifeste par des taches rondes, brun chocolat. Elles se développent sur les feuilles, les tiges, les gousses et le tégument des graines.

La rouille : Elle est causée par *Uromyces fabae*, caractérisée par la présence sur les deux faces foliaires, de nombreuses pustules pulvérulentes de couleur brun-roux, auréolée de vert –clair. Elle est favorisée par des températures supérieures à 20°C et entraîne le dessèchement du feuillage. Elle apparaît en fin de cycle. (MEZANI, 2011).

7.2. Parasites et ravageurs

L'orobanche : plante parasite, constitue le principal facteur limitant le développement de la culture de la fève pouvant induire la destruction totale des champs. La graine, d'une longévité de 10 à 15 ans dans le sol, germe près de la racine de la plante hôte et s'y fixe au stade plantule. Chaque pied d'orobanche produit 60 000 à 240000 graines disséminées par plusieurs facteurs (l'homme, le vent, l'eau de ruissellement, les animaux, le fumier, les outils, les semences...).

L'infestation se manifeste par le flétrissement de la plante hôte, la réduction de sa taille, la chute des fleurs, la baisse du rendement et de sa qualité (Sadiki et Lazraq ,1998).



Figure 4: Photo d'une orobanche.

Les nématodes : Le nématode des tiges (*Ditylenchus dipsaci*) cause un gonflement et une distorsion au niveau de la tige avec une décoloration des parties atteintes de la plante (STODDARD et *al.*, 2010).

8. Récolte

La maturité des fèves est indiquée par le brunissement et la chute des feuilles inférieures. La couleur des gousses devient foncée au fur et à mesure qu'elles durcissent. Les gousses de fève s'ouvrent et perdent les graines si on attend que la culture arrive à la pleine maturité. La récolte manuelle doit commencer dès que les deux gousses inférieures commencent à noircir. A ce stade, la teneur en humidité des graines est entre 35 et 45%, alors que la récolte mécanique doit se faire lorsque la teneur en eau des graines est située entre 13 et 15% (Alaoui, 2000).



Figure 5 : Photo de la fève mature.

9. Stockage

La conservation doit se faire dans des locaux propres, secs, sains, aérés et à l'abri des rongeurs et des oiseaux. Il est fortement recommandé de traiter les graines stockées contre les bruches de stockage à l'aide d'un insecticide. Mais s'agissant de produits pouvant présenter une toxicité sur l'homme et l'animal, il est fortement recommandé de s'entourer de précautions et de soigneusement laver les semences avant la consommation (Sadiki et Lazraq, 1998).

II . Stress hydrique et ses effets sur la plante.

1. Définition :

Le stress hydrique est un phénomène courant durant le développement des plantes. Il est lié à la réduction d'humidité du sol et à l'augmentation de la demande évaporative (Levitt,1980; Acevedo,1991; Blum,1996). Le stress hydrique s'installe dans la plante quand l'absorption ne peut pas satisfaire la demande de la transpiration. La plante perd une partie de son eau d'imbibition et la majeure partie des processus physiologiques commence à être affectée (Gate,1995).

2. Effets du stress hydrique sur la plante

Les effets du stress hydrique sur la physiologie de la plante se traduisent par des ralentissements de la dynamique cellulaire (division, allongement, translocation), des altérations de la mécanique énergétique (baisse de photosynthèse, modification de la respiration) et par un déséquilibre hormonal (Karakas et *al.*, 1997 ; Martinez et *al.*, 1987 et 2005).

L'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes (Riou, 1993). Les modifications et les perturbations engendrées par le déficit hydrique sur la physiologie de la plante ont des répercussions au niveau morphologique : réduction de la surface foliaire pour les feuilles en croissance, enroulement foliaire et développement d'une cuticule cireuse.

Chez de nombreuses espèces la fermeture des stomates et l'élongation de la feuille sont sensibles à des messages émis par les racines et transmis aux feuilles par le xylème, messages informant ces dernières de la réduction des disponibilités en eau au niveau du sol.

3. Tolérance à la déshydratation

La tolérance à la sécheresse est un mécanisme par lequel les plantes maintiennent un métabolisme régulier malgré une réduction du potentiel hydrique foliaire. Le maintien de nombreuses fonctions vitales de la plante est assuré grâce au maintien de la turgescence cellulaire consécutive à une diminution du potentiel hydrique liée à la baisse du potentiel osmotique (Merah, 1999 ; Shabala et Lew, 2002 ; Adda, 2006). L'ajustement osmotique constitue le processus majeur permettant à la cellule de maintenir sa turgescence sous contrainte hydrique (Turner, 1986 ; Lew, 2004) grâce à l'accumulation certains solutés.

I . Objectif

L'objectif poursuivi dans le cadre de notre étude est d'analyser et d'évaluer l'effet de l'apport d'eau à la floraison sur la production de différentes variétés de la fève et de la féverole.

II . Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de six lignées de fève et de féverole, disposées en Split-plot.

Tableau 1 : les noms des variétés

Variétés	Nom	Fève /féverole
V1	Aguadulce	Fève
V2	Extra Hative	Fève
V3	Hiba	Fève
V4	Defes	Fève
V5	Alfia17	Féverole
V6	Zina	Féverole

III . Protocol expérimental

1. Site expérimental

Nos travaux ont été entièrement réalisés dans le Domaine Expérimental de Douyet (Centre Régional de la Recherche agronomique de Meknès (INRA)), géographiquement situé à 34°04N,5°07W dont l'altitude s'élève à 416 m, et sur une superficie totale de 440 ha et implanté en zone bour favorable de la plaine du Sais (Province de My.Yacoub –Wilaya de Fès Boulemane).

2. Données pédoclimatique

Le climat est de type méditerranéen à hivers froids et à étés chauds et secs.

La campagne 2020-2021 a été assez pluvieuse (407,5 mm), et une répartition presque parfaite (janvier très pluvieux et mars assez sec (figure 6).

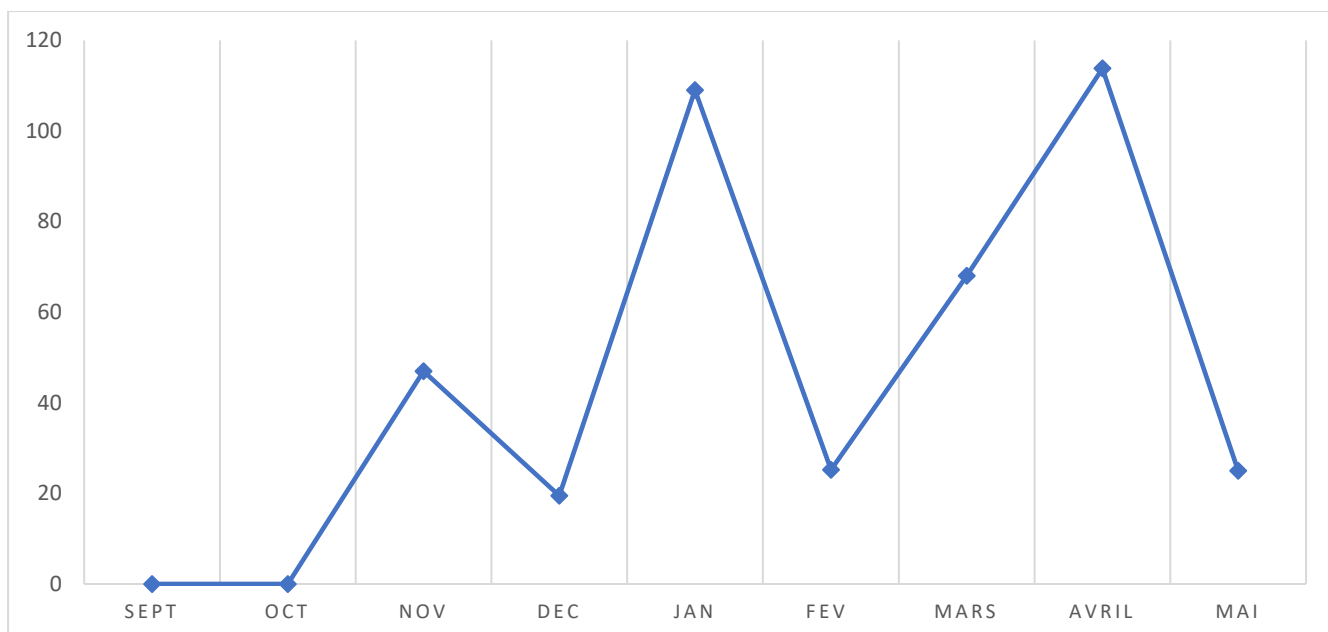


Figure 6 : Précipitations en (mm) au niveau de Domaine Experimental de Douyet durant la campagne agricole 2020-2021

3. Dispositif expérimental

Il s'agit d'un dispositif expérimental en split-plot, possédant 3 parcelles, chacune est répétée une seule fois .

- ✓ I_0 : Témoin.
- ✓ I_1 : traitement d'irrigation avec une quantité d'eau de 53 mm (goutteurs 20cm).
- ✓ I_2 : traitement d'irrigation avec une quantité d'eau de 106 mm (goutteurs 10cm).

	I_2	I_1	I_0 (Témoin)	PISTE	
	I_2 Rep 2	I_1 Rep 2	Témoin I_0 Rep 2		
5312	5307	5213	5218	4306	4301
	I_2 Rep 1	I_1 Rep 1	Témoin I_0 Rep 1		
5207	5212	5106	5101	4219	4224

Figure 7 : Plan du dispositif d'irrigation au niveau de Domaine Expérimental de Douyet.

4. Itinéraire technique

Tableau 2: Itinéraire technique de l'expérimentation

Opération	Date
Labour profonds 3 disques	28-09-2020
Couvert-crop	13-10-2020
Epannage d'engrais	25-10-2020
Enfouissement d'engrais (couvert-crop)	03-11-2020
Semis manuel	21-12-2020
Désherbage	15-02-2021
Traitement insecticide	19-02-2021
Traitement Orobanche	02-03-2021
Désherbage	15-03-2021
Installation irrigation	26-03-2021
Traitement insecticide	27-03-2021
Découpage des allées	27-03-2021
Pose des goutteurs	30-03-2021
Traitement insecticide	05-04-2021
Traitement insecticide	20-04-2021

IV. Notations et observations

1. Composantes du rendement

À la maturité, nous avons pris, pour chaque parcelle élémentaire, 5 plantes au hasard, puis nous avons mesuré, pour chaque plante, les données végétales et les composantes du rendement suivantes :

- La hauteur de la plante (cm)
- Le nombre de tiges
- Le nombre de nœuds par tige principale
- Le nombre de nœuds par tige secondaire
- Le nombre de gousses par tige principale
- Le nombre de gousses par tiges secondaires
- Le nombre de graines par tige principale

- Le nombre de graines par tiges secondaires
- le rang de premier nœud fructifère sur la tige principale
- Le diamètre de la tige principale au niveau de quatrième nœud (mm)
- Le poids de graines par gousse de la tige principale
- Le poids de graines par gousse des tiges secondaires



Figure 8 : Photo de la balance

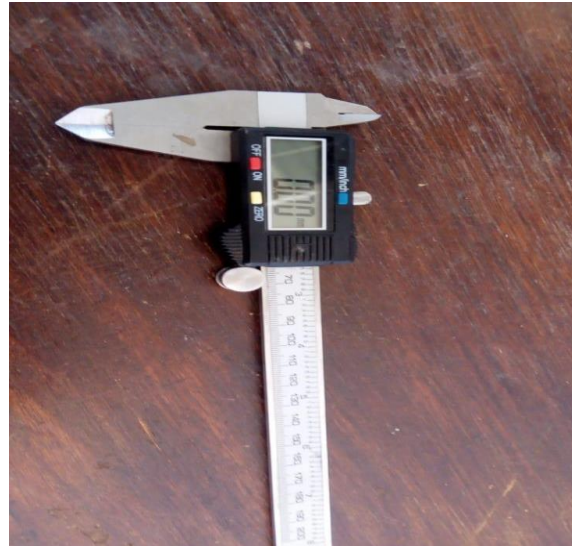


Figure 9 : Photo du pied à coulisse utilisé pour mesurer le diamètre de la tige

Dans le cadre de mon stage, j'ai aussi pris d'autres mesures à savoir l'humidité du sol grâce à l'humidimètre et aussi l'intensité lumineuse grâce au luxmètre (Figure 10 et 11).



Figure 10 : Photo de l'humidimètre



Figure 11 : Photo du luxmètre

2. Traitement des données

Le calcul des moyennes pour chaque variable et les différents graphes ont été réalisés par le logiciel Excel. L'analyse de la variance a été réalisé avec le logiciel IBM SPSS.

I . Analyse de variance

La synthèse de l'ANOVA (tableau 3) nous a permis de savoir si l'effet variété d'un côté, l'irrigation d'un autre coté ainsi que de leur interaction sur les différentes données végétatives et composantes du rendement varient significativement ou non.

Tableau 3: Synthèse ANOVA

Variables dépendante	Variété		Irrigation		Variété x Irrigation	
	<i>P_{value}</i>	Signification	<i>P_{value}</i>	Signification	<i>P_{value}</i>	Signification
Hauteur	0,000	***	0,208	NS	0,000	***
Nb de tiges/plante	0,030	*	0,236	NS	0,502	NS
Nb de gousses/TP	0,000	***	0,015	*	0,012	*
Nb de gousses/TS	0,000	***	0,880	NS	0,946	NS
Nb de nœuds fructifères/ TP	0,000	***	0,032	*	0,016	*
Nb de nœuds fructifères/ TS	0,000	***	0,881	NS	0,830	NS
Rang TP	0,000	***	0,340	NS	0,770	NS
Diamètre	0,000	***	0,522	NS	0,009	**
Nb de graines/TP	0,000	***	0,000	***	0,006	**
Nb de graines/TS	0,000	***	0,417	NS	0,961	NS
Poids des graines/TP	0,000	***	0,078	NS	0,052	NS
Poids des graines/TS	0,031	*	0,052	NS	0,926	NS

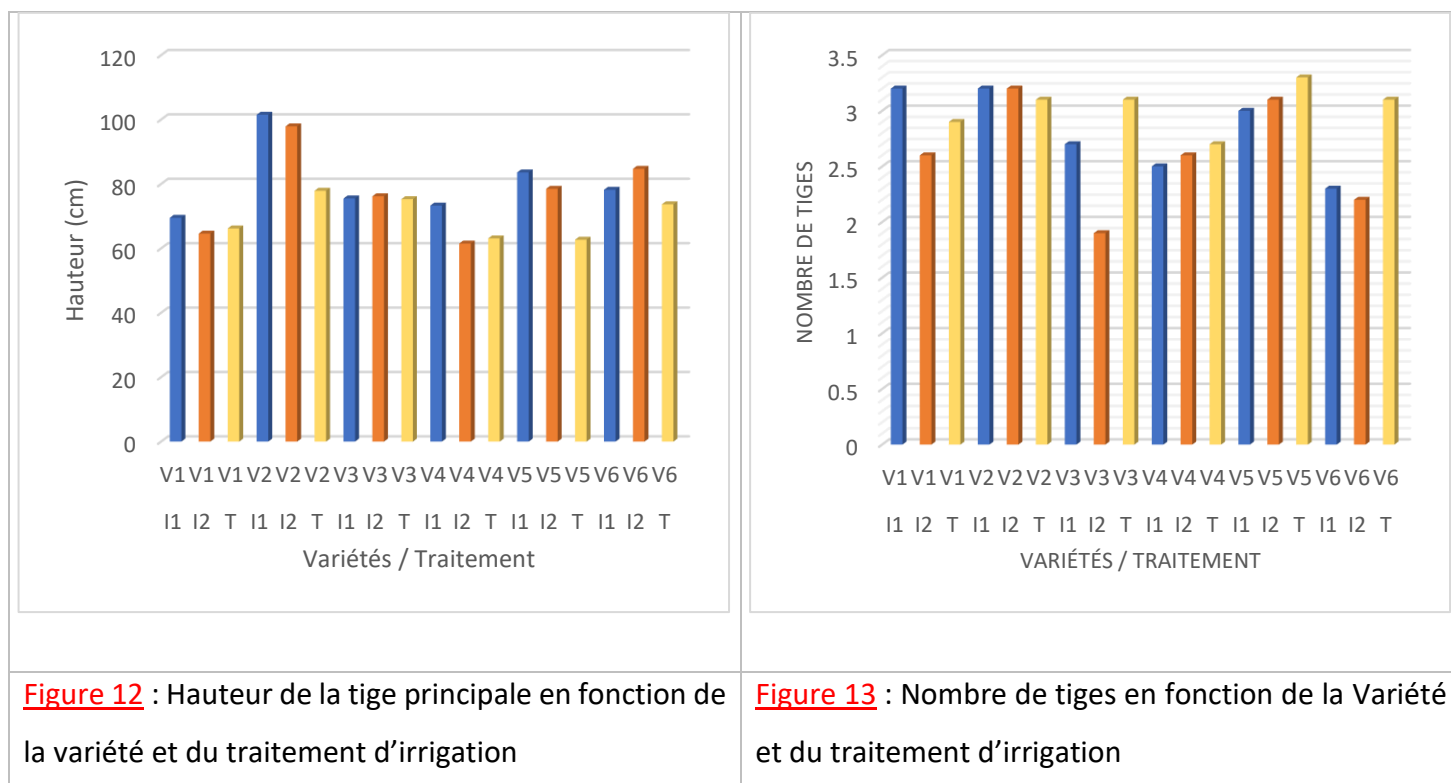
D'abord concernant la variété, on remarque que son effet est très hautement significatif pour la plupart des caractères étudiés, et significatif pour « le nombre de tige par plante » et « le poids des graines sur tiges secondaires ».

Par contre, l'irrigation n'a pas montré de signification pour la plupart des caractères, sauf pour « le nombre de graines par tige principale » nous avons une très haute signification, et une différence significative pour « le nombre de gousses par tige principale » et « le nombre de nœud fructifère par tige principale ».

L'interaction entre les deux paramètres est très hautement significative pour « la hauteur », hautement significative pour « le diamètre » et « le nombre de graines par tige principale ».et

significative pour « le nombre de gousses et de nœuds fructifère par tige principale ». L'interaction est non significative pour les autres .

II . Variation des données végétatives et composantes du rendement



Dans le premier graphe (Figure 12), on remarque que la hauteur de la tige chez les variétés 1,3 et 6, est presque la même dans les trois traitements. Alors, pour les autres variétés la hauteur est plus importante en cas d'irrigation et surtout le traitement I1. Avec une importance de la hauteur de V2 par rapport aux autres.

Pour le second graphe (Figure 13), les variétés 2,4 et 5 ont presque le même nombre de tiges dans les trois traitements. Chez les variétés 1et 3, le nombre des tiges est plus important en cas des traitements I1 et T et pour V6, on a moins de tiges dans les deux traitements d'irrigation.

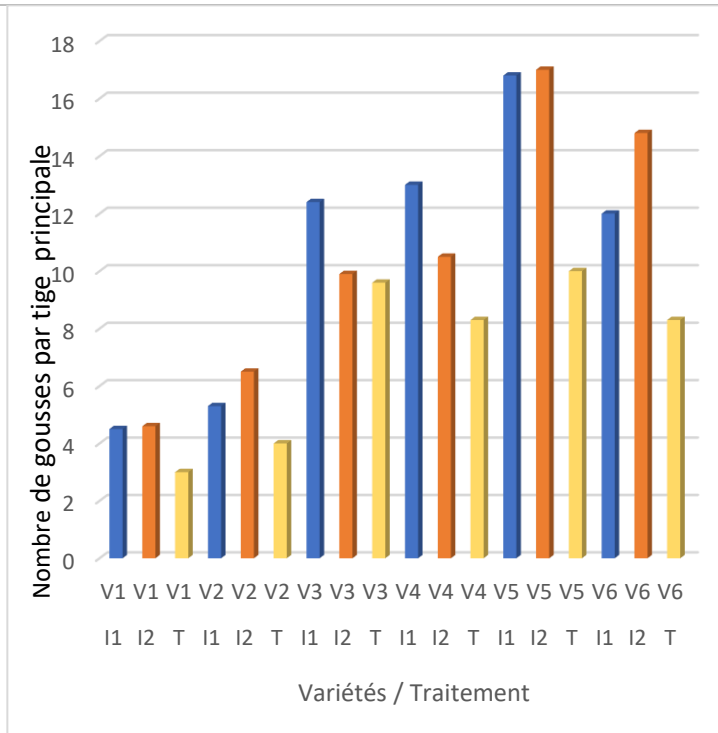


Figure 14 : Nombre de gousses par tige principale en fonction de la variété et du traitement d’irrigation

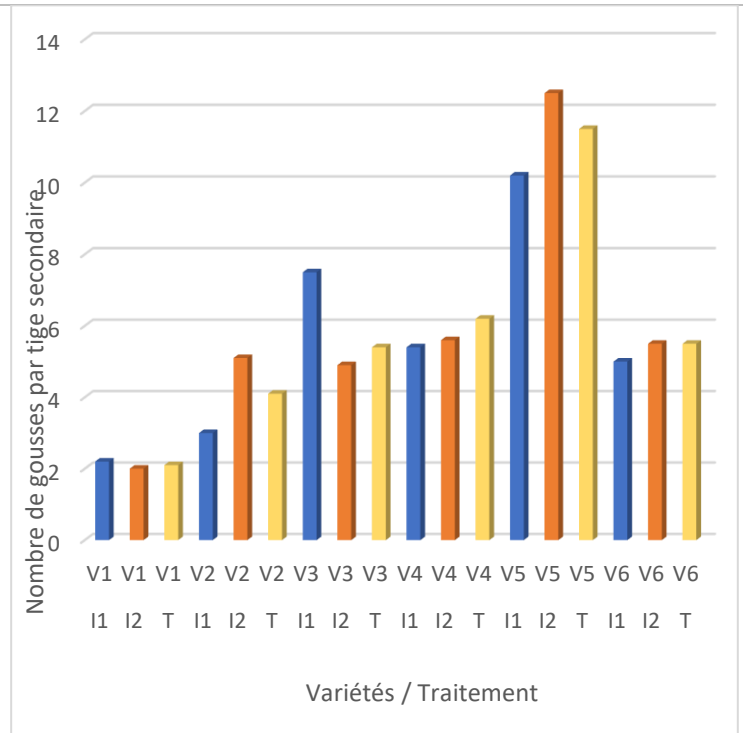


Figure 15 : Nombre de gousses par tiges secondaires en fonction de la variété et du traitement d’irrigation

Le nombre de gousses par tige principale est très important chez les variétés 3 ,4 et 6, et plus important chez V5 dans le cas d’irrigation. Pour les variétés 1 et 2, le nombre de gousses est moins important surtout dans le traitement non irrigué .(figure 14).

La variété 5 produit un nombre de gousses par tiges secondaires plus important par rapport aux autres variétés. La variété 1 a produit le minimum de gousses par tiges secondaires (Figure 15).

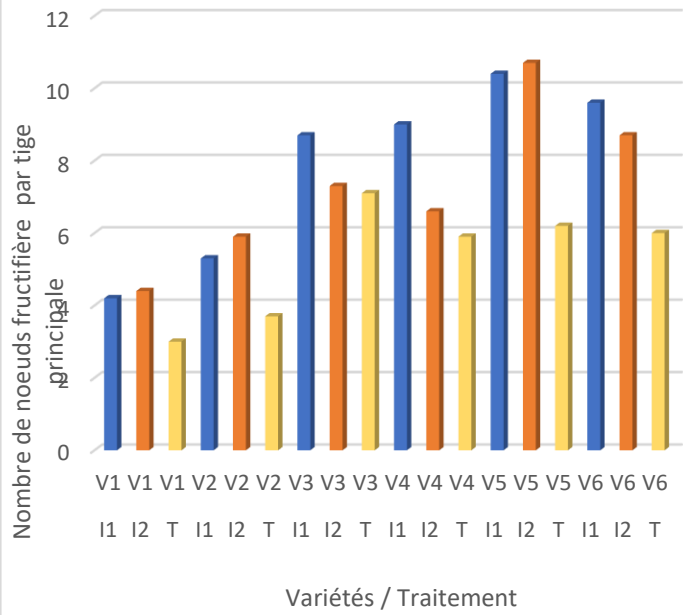


Figure 16 : Le nombre de nœuds fructifères par tige principale en fonction de la variété et le traitement d'irrigation

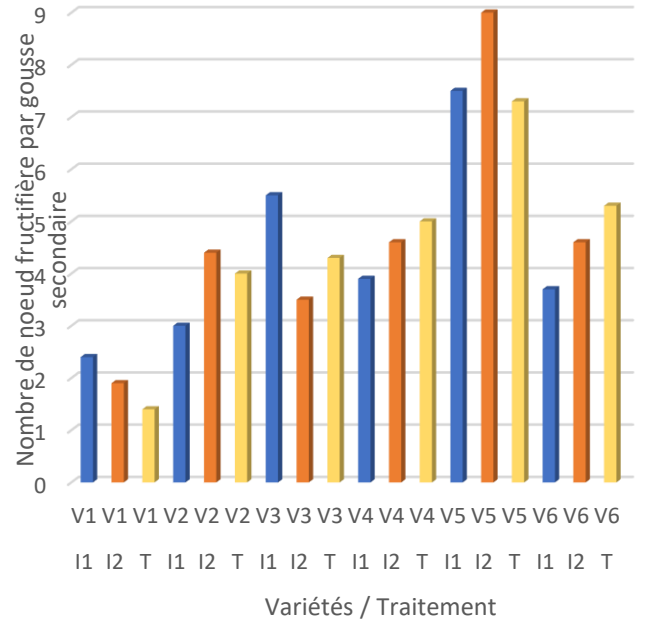


Figure 17 : Le nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires en fonction de la variété et le traitement d'irrigation

Dans le premier graphe (**Figure 16**), on remarque un grand nombre de nœuds sur la tige principale chez les variétés 3,4,6, et surtout V5, qui augmente avec les irrigations par rapport au témoin. Et un nombre de nœuds relativement faible chez V1 et V2, mais plus important en cas d'irrigation.

Concernant la figure 17, la variété 5 comprend le plus grand nombre de nœuds fructifères et plus précisément sous l'effet d'irrigation (I2). La variété 1 est la moins productive. Et Les autres donnent un nombre entre 3 et 5 de nœuds sous les trois traitements.

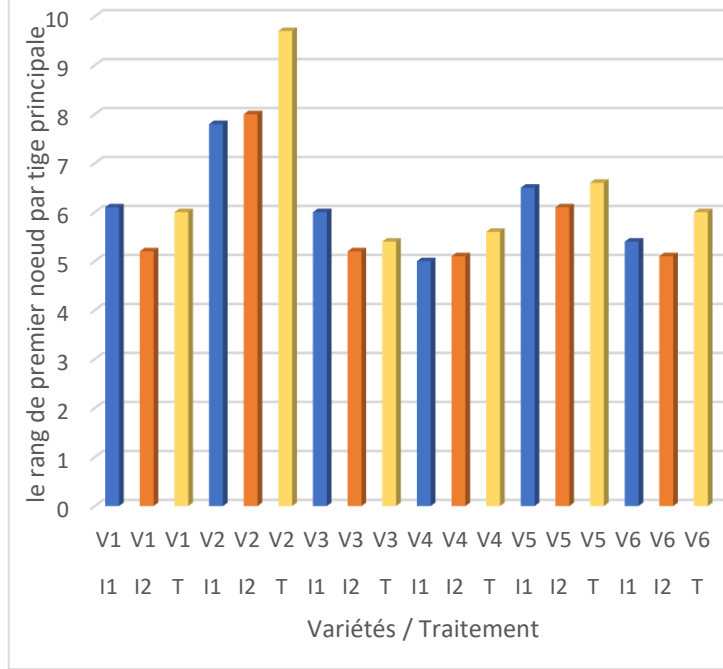


Figure 18 : Rang de premier nœud fructifère par tige principale en fonction de la variété et le traitement d'irrigation

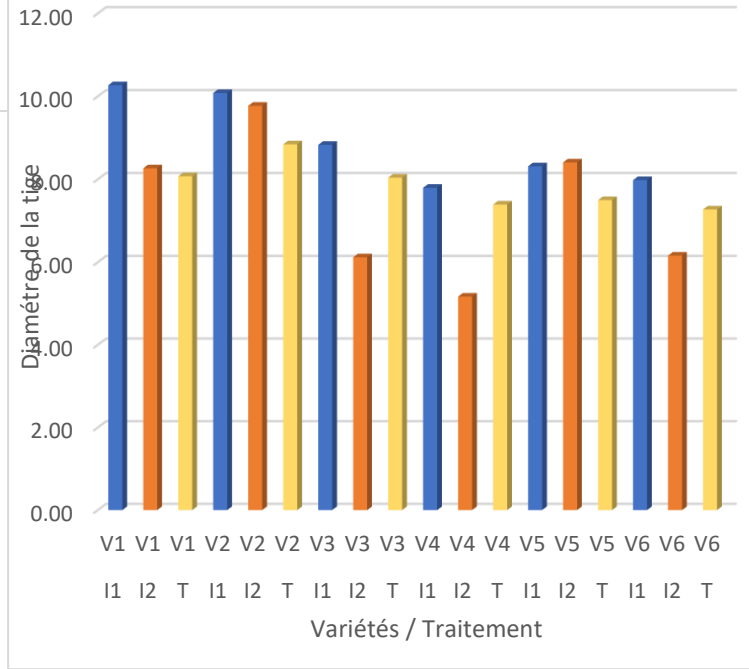


Figure 19 : Diamètre de la tige principale en fonction de la variété et le traitement d'irrigation

En parlant de rang de premier nœud fructifère (Figure 18), on remarque que la variété 2 présente un rang très important par rapport aux autres variétés, et surtout en absence de traitement d'irrigation. Donc on peut dire que ce rang diminue quand le taux d'irrigation augmente. En d'autres termes, l'irrigation d'appoint en période de floraison a permis la rétention des fleurs dans les nœuds inférieurs.

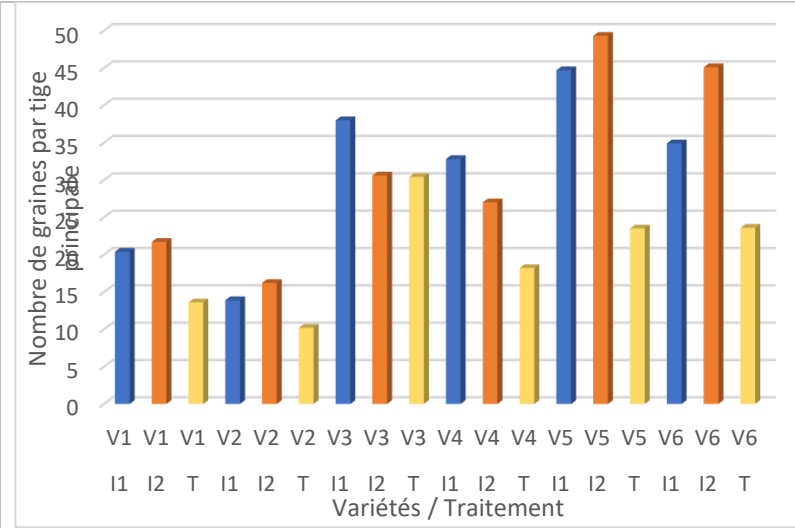


Figure 20 : Nombre de graines par tige principale en fonction de la variété et de traitement d'irrigation

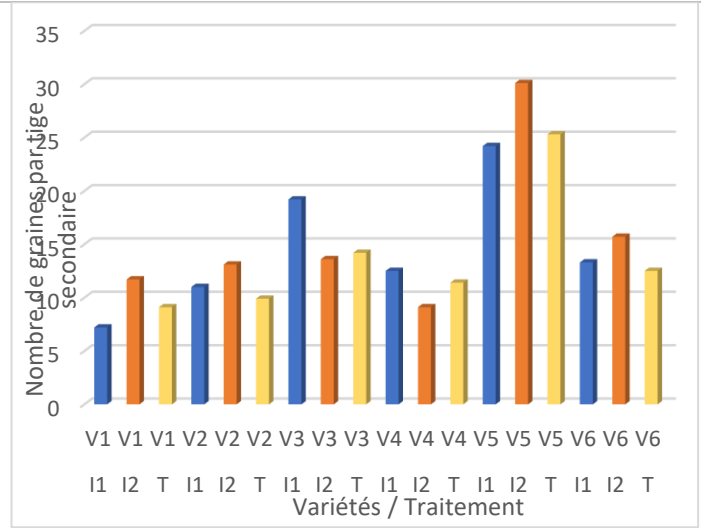


Figure 21 : Nombre de graines par tige secondaire en fonction de la variété et de traitement d'irrigation

Le diamètre de la tige, comme on peut constater sur le graphe (Figure 19), est favorisé par le traitement I1, puis I2, chez la plupart des variétés sauf pour les variétés 3 et 4 où l'irrigation I2 s'est traduit par une réduction du diamètre de la tige.

Dans la figure 20, les variétés 1 et 2 sont les moins productives concernant le nombre de graines par tige principale. Le traitement d'irrigation donne un plus grand nombre de graines par tige principale : tantôt c'est le traitement I2 qui a été bénéfique pour ce caractère (V1, V5 et V6), tantôt c'est le traitement I1 (V3 et V4).

On peut constater dans la figure 21, que le traitement I2 donne, comparé à I1, plus de nombre de graines sur les tiges secondaires par rapport aux autres variétés sauf pour les variétés 3 et 4. La variété 5 est la plus productive quant au nombre de graines par tiges secondaires.

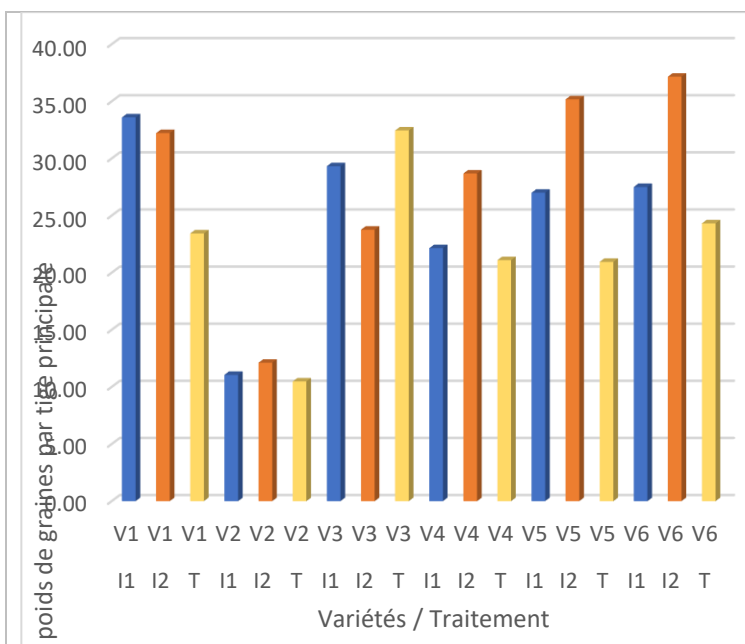


Figure 22 : Poids de graines par tige principale en fonction de la variété et de traitement d'irrigation

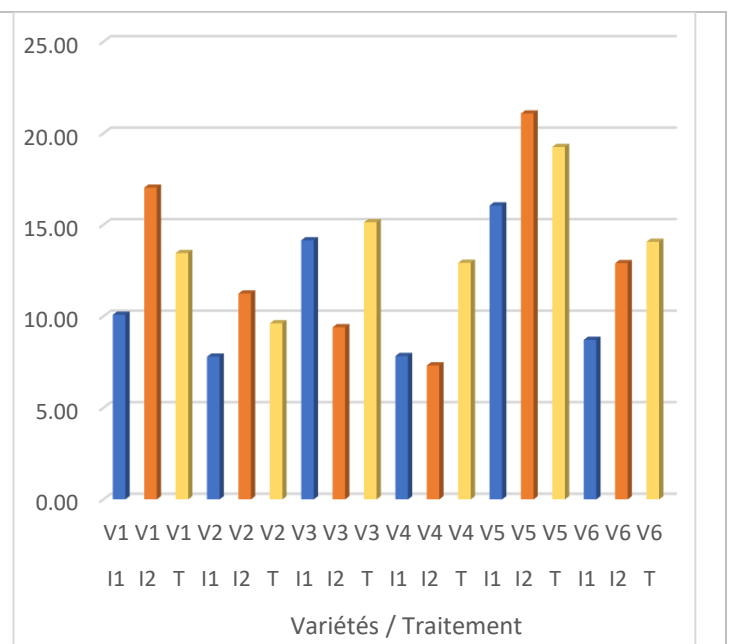


Figure 23 : Poids de graines par tiges secondaires en fonction de la variété et de traitement d'irrigation

A part la variété 2 (figure 22), toutes les autres variétés donnent un poids de graines très important avec le traitement I2 chez V4, V5, et V6, et le traitement I1 chez V1.

Dans la **figure 23**, on peut remarquer que les meilleurs poids des graines produites par les tiges secondaires sont réalisés sous le traitement I2, sauf chez les variétés 3 et 4, l'irrigation diminue le poids de ces graines.

III . Corrélations entre les différents paramètres étudiés

Tableau 4 : Corrélations de différentes paramètres étudiées.

		Nb de tiges	Nb de gousses TP	Nb de gousses TS	Nb noeuds fructifères TP	Nb noeuds fructifères TS	Rang TP	Diamètre	Nb de graines TP	Nb de graines TS	Poids de graines TP	Poids de graines TS
Hauteur	Corrélation de Pearson	0,056	0,140	0,094	0,243**	0,166*	0,263**	0,408**	0,113	0,112	-0,065	0,058
	Sig. (bilatérale)	0,453	0,061	0,209	0,001	0,026	0,000	0,000	0,130	0,136	0,386	0,443
Nb_de_tiges	Corrélation de Pearson		-0,132	0,388**	-0,124	0,465**	0,136	0,066	-0,123	0,353**	-0,042	0,424**
	Sig. (bilatérale)		0,078	0,000	0,098	0,000	0,070	0,381	0,100	0,000	0,576	0,000
Nb_de_gousses_TP	Corrélation de Pearson			0,347**	0,835**	0,250**	-0,131	-0,048	0,828**	0,218**	0,362**	-0,006
	Sig. (bilatérale)			0,000	0,000	0,001	0,080	0,522	0,000	0,003	0,000	0,938
Nb de gousses TS	Corrélation de Pearson				0,265**	0,919**	-0,010	-0,072	0,229**	0,854**	0,118	0,634**
	Sig. (bilatérale)				0,000	0,000	0,891	0,337	0,002	0,000	0,114	0,000
Nb noeuds fructifères_TP	Corrélation de Pearson					0,212**	-0,104	0,009	0,724**	0,163*	0,259**	-0,040
	Sig. (bilatérale)					0,004	0,166	0,909	0,000	0,029	0,000	0,596
Nb noeuds fructifères_TS	Corrélation de Pearson						0,034	-0,089	0,182*	0,846**	0,111	0,669**
	Sig. (bilatérale)						0,651	0,234	0,015	0,000	0,137	0,000
Rang_TP	Corrélation de Pearson							0,218**	-0,198**	-0,090	-0,263**	-0,064
	Sig. (bilatérale)							0,003	0,008	0,228	0,000	0,394
Diamètre	Corrélation de Pearson								-0,006	-0,068	0,003	-0,111
	Sig. (bilatérale)								0,941	0,366	0,968	0,138
Nb_de_graines_TP	Corrélation de Pearson									0,223**	0,610**	0,068
	Sig. (bilatérale)									0,003	0,000	0,365
Nb_de_graines_TS	Corrélation de Pearson										0,156*	0,822**
	Sig. (bilatérale)										0,036	0,000
Poids de graines TP	Corrélation de Pearson											0,207**
	Sig. (bilatérale)											0,005

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

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

D'après ce tableau, il existe des corrélations statistiquement hautement significatives, positives ou négatives

- Corrélations positive hautement significatives :

La hauteur avec :

- Nombre de nœuds fructifères par tiges principales
- Rang de premier nœud fructifère

-Diamètre des tiges principales

Le nombre des tiges avec :

- Nombre de gousses par tiges secondaires
- Nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires
- Nombre de graines par tiges secondaires
- Poids de graines par tiges secondaires

Le nombre de gousses par tiges principales avec :

- Nombre de gousses par tiges secondaires
- Nombre de nœuds fructifères par tiges principales
- Nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires
- Nombre de graines par tiges principales
- Nombre de graines par tiges secondaires
- Poids de graines par tiges principales

Le nombre de gousses par tiges secondaires avec :

- Nombre de nœuds fructifères par tiges principales
- Nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires
- Nombre de graines par tiges principales
- Nombre de graines par tiges secondaires
- Poids de graines par tiges secondaires

Le nombre de nœuds fructifères par tiges principales avec :

- Nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires
- Nombre de gousses par tiges principales
- Nombre de graines par tiges principales

Le nombre de nœuds fructifères par tiges secondaires avec :

- Nombre de graines par tiges secondaires
- Poids de graines par tiges secondaires

Le rang de premier nœud fructifère avec :

- Le diamètre
- Nombre de graines par tiges principales

- Poids de graines par tiges principales

Le nombre de graines par tiges principales avec :

- Nombre de graines par tiges secondaires

- Poids de graines par tiges principales

Le nombre de graines par tiges secondaires avec :

-Poids de graines par tiges secondaires

Le poids de graines par tiges principales avec :

-Poids de graines par tiges secondaires

- Corrélations négatives hautement significatives :

Le rang de premier nœud par tige principales avec :

-Nombre de graines par tiges principales

-Poids de graines par tiges principales

La culture des fèves a une grande importance, dans la filière des légumineuses alimentaires au niveau national, du fait qu'elle occupe en moyenne à peu près la moitié de la superficie emblavée en légumineuses alimentaires.

De ce fait, la présente étude a été menée dans le but d'évaluer l'effet de l'eau et du génotype sur la production de fève et de féverole.

Les mesures des données végétatives et des composantes de rendement qu'on a pris parmi six variétés différentes, nous ont permis de montrer plusieurs résultats :

-la variété 5 est la plus productive quant au nombre de gousses, de graines et de nœuds fructifères, parmi les six variétés. Alors que la variété 1 est la moins productive.

-la variété 1 présente un grand poids des graines comparée aux autres.

-d'une manière générale l'irrigation augmente le rendement, mais le taux d'irrigation joue aussi un rôle très important, car chaque variété a des besoins spécifiques pour son développement.

L'effet variété est très important pour un meilleur rendement, mais l'irrigation peut renforcer et même doubler la production.

ACEVEDO E., 1991b- Morph physiological traits of adaptation of cereals to Mediterranean environments. In Improvement and management of winter cereals under temperature, drought and salinity stress (ACEVEDO E., FERERES E., GIMENEZ C. and SRIVASTAVA J.P. eds). Edit. Proceedings of the ICARDA-INIA symposium, Cordoba Spain, pp 85-96

ADDA A., 2006- Etude des mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Thèse de doctorat, p.179.

Anonyme, Janvier 2016 «GUIDE PRATIQUE POUR LE CONSEIL AGRICOLE LENTILLE POIS CHICHE FÈVE » 26 p.

Alaoui B., 2000. Référentiel pour « la conduite technique de la fève (*Vicia faba*) ».96p.

BLUM A., 1996- Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Edit.Plant Growth Regul. Vol. 20, pp 135–148.

Bond D.A., Poulsen M.H., 1983. Pollination. In: The Faba Bean (*Vicia faba* L.). Hebblethwaite P.D. (ed), Butterworth, London, 77-101.

Cubero J. L. 2011. The faba bean: a historic perspective. Grain Legumes56: 5-7

Daoui k. 2007. Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse de doctorat. Science agronomique et ingénierie biologique. Louvain.227p

Dajoz R., 2000. Eléments d'écologie .Ed. Bordas Paris, 5ème édition, 540p.

fouad MAALOUF, 2011.Faba bean improvement at ICARDA: constraints and challenges. GRAIN LEGUMES RESEARCH n°56

Fatemi Z, B. Sakr et , F.Andaloussi, 2005. « AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DE LA FÈVE ET FÉVEROLE »

Fatemi, Z. 1996. Situation de la Culture des Fève au Maroc. In: Rehabilitation of Faba Bean. Bertenbreiter W .and M. Sadiki (Eds.), 33-38

FAOSTAT, 2017. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=fr#ancor>, Mai 2017

Guen, J., and G. Duc. 1992. La féverole. In « Amélioration des espèces végétales cultivées » Gallais A., Bannerot H. (Eds.), 189-203.

Gordon, M. M. 2004. Haricots secs : Situation Prospectives et Agroalimentaire. Canada. p.17.

GATE P., 1995- Ecophysiologie du blé, Edit. Lavoisier, Paris, Techniques et Documentations, 429 p

Khaldi R., Zekri S., Maatougui M.E.H. & Ben Yassine A. 2002. L'économie des légumineuses alimentaires au Maghreb et dans le monde. Proceeding du 2ème séminaire du réseau remafeve/remala. « le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghre».Hammamet,Tunisie, 100p.

KARAKAS B., OZIAS-AKINS P., STUSHNOFF C., SUEFFERHELD M., RIEGER M., 1997- Salinity and drought tolerance of mannitol-accumulating transgenic tobacco. Edit.Plant, cell and environment, Vol. 20, N° 5, pp 609-616.

- Laumonier**, 1979 : Cultures légumières et maraîchères, Tome III. Ed.J.B. BAILLIERE, 276p.
- LEVITT J.**, 1980- Responses of plants to environmental stresses. Vol. 2, 2nd ed New York: Academic Press.
- LEW R.R.**, 2004 – Osmotic effects on the electrical properties of Arabidopsis root hair Vacuoles in situ. Edit.Plant Physiology. Vol.134 pp 352- 360.
- LUTTS**, 2005 - NaCl alleviates polyethylene glycol-induced water stress in the halophyte species *Atriplex halimus* L. Edit. Journal of Experimental Botany, vol. 56(419), pp 2421-2431.
- Maatougui, M. E. H.** 1996. Situation de la culture des Fèves en Algérie et perspectives de relance In :Rehabilitation of Faba bean. Bertenbreiter W. and M. Sadiki (Eds.), 17-30.
- MARTINEZ M.**, CERDA A., FRNANDEZ FG., 1987- Salt tolerance of four tomato hybrids. Edit. Plant soil; vol. 97, pp 233- 242.
- 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.17p
- MERAH O.**, 1999- Utilisation de la discrimination isotopique du carbone pour l'amélioration de la tolérance à la secheresse chez le blé dur dans les régions méditerranéennes. Thèse: de doctrat
- MEZANI Samir2011.** Bioecologie de la Bruche de la fève .Bruchus rufimanus Boh. (Coleoptera Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fèves différentes et de féverole dans la région de Tizi Rached. Thèse MAGISTER sciences biologiques Université mouloud Mammari de Tizi-Ouzou
- Mikic, A.** 2011. Words denoting faba bean (*vicia faba*) in European languages. Ratar.povrt./field veg. crop Res. 48:233-238.
- Rachef S.A., Oumer F &Ouffroukh A. 2005.** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification), 16.36-41.
- Sadiki M. et Lazraq A. 1998.** Projet « AMELIORATION DE LA CULTURE DES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES ». Fiche technique de la fève et la féverole.26p.
- SHABALA SN., LEW RR.**, 2002 – Turgor regulation in osmotically stressed Arabidopsis epidermal root cells : support for the role of inorganic ion uptake as revealed by concurrent flux and cell turgor measurements. Edit. Revue Plant physiology Numéro 129, pp 290 – 299.
- Shultze-Motel, J.V., 1972.** Die archa ologisth reste der Ackerbohn *Vicia faba* and die ganasse der Art Kulturpfle. 19 : 321-358.Suso, M.J., Moreno, M.T., Mondragao-Rodrigues F., Cubero
- Stoddard, F.L., A.H, Nicholas. D, Rubiales., J,Thomas., Villegas-Fernandez A.M.**2010.Integrated pest management in faba bean. Field Crops Research. 115: 308- 318
- TURNER NC.**, 1986- Adaptation to water deficits: a changing perspective. Edit. *Aust J Plant Physiol*; vol. 13, pp 175-90.
- Vertès F. , Jeuffroy M -H. , Justes E., Thiébeau P. , Corson M.** 2010 ; « Connaître et maximiser les bénéfiques environnementaux liés à l'azote chez les légumineuses, à l'échelle de la culture, de la rotation et de l'exploitation » Innovations Agronomiques(11) , 25-44