



DEPARTEMENT DE LA BIOLOGIE
PROJET DE FIN D'ETUDES
PRESENTE EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME
DE
LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
"BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES
PHYTO-RESSOURCES"

**Variabilité phénotypique et corrélation
entre les composantes du rendement de
*Vicia faba L.***

Présenté par :

- **FATHI Meryem**

Encadré par :

- **DERRAZ Khalid (FST-Fès)**

- **FATEMI Zain El Abidine (INRA)**

Soutenu le 05 juin 2018, devant le jury composé de :

Pr. DERRAZ Khalid
M. FATMI Zain El Abidine
M. LAZRAQ Aberrahim

FST-Fes
INRA
FST-Fes

ENCADRANT
ENCADRANT
EXAMINATEUR

**REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**

MATERIEL
&
METHODES

RESULTATS
&
DISCUSSION

CONCLUSION
&
PERSPECTIVE

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes parents qui n'ont cessé de m'orienter vers le courage et la foi en Dieu.
Pour leur amour, patience et soutien. Je leur présente mon travail. Puisse
Dieu le tout puissant, leur prêter la bonne santé et une longue vie.*

*À mes sœurs, qui m'ont tant aidées surtout moralement. À l'ensemble de ma
famille.*

Pour mes respectueux enseignants, pour leurs efforts, leurs disponibilités.

À tous ceux qui croient en l'amitié et le respect.

Remerciement

Avant tout je remercie ALLAH de m'avoir appris de ce que je ne connais pas.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères à remercier Mr. FATEMI Zain El Abidine, chercheur à l'INRA du Maroc en tant qu'encadrant pour sa bienveillance, ses conseils son aide à l'élaboration et le suivi de ce projet malgré ses nombreuses occupations, je le remercie aussi pour sa patience, sa gentillesse, sa disponibilité, son enthousiasme et le temps qu'elle a consacré à ce travail.

Je tiens aussi à remercier Dr. DERRAZ Khalid professeur de Biologie à la Faculté des Sciences et des Techniques de Fès, pour son encadrement, sa gentillesse, sa patience et ses orientations au cours de son encadrement.

Mes plus vifs remerciements à Mr LAZRAQ Abderrahim professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui a accepté de juger mon travail.

Un grand merci chaleureux à toute ma famille qui m'a conseillée et encouragée tout au long de la préparation de ce travail.

Résumé

La culture de la fève 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 cours de l'année universitaire 2017/2018 au sein de l'institut National de la Recherche Agronomique de Meknès au Domaine Expérimental de Douyet et a pour objectif de déterminer et d'évaluer les caractères morphologiques de quelques lignées de fève et de féverole.

Pour répondre à cet objectif, nous avons testé 20 lignées avec deux répétitions.

Les mesures ont concerné les paramètres suivants : la hauteur de la tige principale, le nombre de nœuds totaux, le numéro du premier nœud fructifère, le nombre de gousses par tige principale et par tige secondaire, le nombre de graines par gousse pour la tige principale et pour la tige secondaire.

Les résultats trouvés montrent que les composantes du rendement sont variables d'une lignée à l'autre.

La lignée 2 produit plus de gousses ainsi que des graines par tige principale ; donc elle est la plus productive.

Cette étude nous a permis de compléter une base de données pour les divers descripteurs et variables d'évaluation agronomique. En se basant sur ces données, les sélectionneurs vont pouvoir les utiliser comme base dans leur choix des génotypes qui répondent aux critères en accord avec l'objectif du programme d'amélioration.

Mots clés : *Vicia faba*, INRA, Rendement, Lignée .

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	2
I. PRESENTATION DE L'ESPECE	2
1. Biologie de la plante	2
2. Systématique.....	4
3. Les critères de distinction entre les variétés de <i>Vicia faba</i> L	5
II. Importance de la culture de fève	6
1. Intérêt alimentaire	6
2. Intérêt agronomique	6
3. Intérêt éco-toxicologie.....	6
III. Composante de rendement de fève	7
MATERIEL ET METHODES	9
I. . MATERIEL VEGETAL	9
II. . PROTOCOL EXPERIMENTAL	9
1. Site expérimental	9
2. Données pédoclimatiques	9
3. Itinéraire technique	10
4. Dispositif expérimental	10
5. Paramètres morphologiques étudiés	12
6. Traitement des données	12
RESULTATS ET DISCUSSION.....	13
I. Variation des composantes de rendement	13
1. Hauteur de tige principale.....	13
2. Nombre de tige secondaire	13
3. Nombre de tiges secondaires fructifères	14
4. Etage du 1 ^{er} nœud fructifère	15
5. Nombres par de gousse par tige	15
6. Nombre de graines par gousse.....	16
II. Corrélations partielles entre les composantes du rendement	17
Conclusion	19
Perspective	20
Références.....	21

Liste des figures

Figure1	Photo d'une plante de <i>vicia faba</i> L	2
Figure2	Photo pour la fleur de <i>Vicia faba</i> L. (Légende d'après Bond & Poulsen, 1983)	3
Figure3	Gousse de fève contenant des graines. (blogs-afrique.info)	4
Figure4	Le rendement grain et ses composantes	7
Figure5	Précipitation (mm) et température moyenne (°C) au niveau de l'INRA durant la campagne agricole 2017-2018	9
Figure6	Plan parcellaire des lignées testées	11
Figure7	Variation de la hauteur de la tige principale en fonction des lignées.	13
Figure8	Variation de nombre de tige secondaire en fonction de lignées.	14
Figure9	Variation de nombre de tige secondaire fructifère.	14
Figure10	Variation de l'étage du premier nœud fructifère en fonction des lignées.	15
Figure11	Variation du nombre de gousses par tige en fonction des lignées.	16
Figure12	Variation du nombre de graines par tige en fonction des lignées.	17

Liste des tableaux

Tableau 1	Critères de distinction entre les trois variétés de <i>Vicia faba</i> L. (Guignard, 1989)	5
Tableau 2	Itinéraire technique	10
Tableau 3	Corrélations partielles entre les composantes du rendement.	17

Introduction

Les légumineuses alimentaires sont considérées comme des plantes à graines les plus cultivées par l'homme et existent depuis longtemps au Maroc. Elles occupent une place importante, dans l'alimentation aussi bien humaine qu'animale. Elles jouent un rôle important dans le développement et l'économie nationale du monde entier (Khaldi et al., 2002). Vu leurs adaptations faciles aux différents milieux, nous pouvons les rencontrer dans la plupart des régions du monde. Les légumineuses alimentaires jouent un grand rôle dans le système d'assolement grâce à leur propriété de fixation de l'azote atmosphérique, raison pour laquelle l'amélioration de la productivité de cette culture est un sujet d'actualité par la création de variétés plus productives et plus adaptées, parallèlement à l'amélioration des techniques de culture et de protection contre les maladies et ravageurs.

Les légumineuses viennent en 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 culture des légumineuses alimentaires occupe 6 à 8 % de la superficie agricole utile au Maroc. Elle est cultivée sur une superficie moyenne de 24050 ha, avec une production de 32270 tonnes, et un rendement de 1342 kg/ha (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).

C'est dans l'objectif de la conservation et 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, permettant ainsi de mettre à la disposition des agriculteurs des variétés productives, de bonnes qualités, et résistantes aux maladies et parasites.

Mon stage, effectué au sein de l'Institut National de la Recherche Agronomique, a pour sujet l'étude de la variabilité phénotypique et corrélation entre les composantes du rendement de *Vicia faba L.* Ce travail a pour but de caractériser et d'évaluer quelques lignées de fève et de féverole en se basant sur quelques paramètres morphologiques. Les données, ainsi collectées serviront de base pour la sélection du matériel génétique qui sera utiliser dans le programme de sélection.

Le présent document se divise en deux grandes parties :

- ✓ La partie bibliographique, rassemble les diverses données bibliographiques collectées sur l'espèce *Vicia faba L.*
- ✓ La partie pratique résume les résultats de notre stage effectué au Domaine Expérimental de Douyet.

I. PRESENTATION DE L'ESPECE

1. Biologie de la plante

Vicia faba L est une plante herbacée annuelle à tige creuse et de section carrée. La croissance de cette plante est naturellement indéterminée. Cela signifie qu'elle n'est pas limitée par une fleur au sommet, qui bloque sa croissance végétative. Toutefois, des types de fève à croissance déterminée ont été obtenus par mutagenèse provoquée (Sjodin, 1971).

Les nœuds de cette plante sont en nombre variable entre 10 et 40. Cette variabilité est en fonction du génotype et des conditions de la culture (Le Guen et Duc, 1992). A partir de ces nœuds, les feuilles prennent naissance. Ces dernières comprennent une ou plusieurs folioles et sont terminées par une arête étroite sans vrille.



Figure 1 : photo d'une plante de *vicia faba L.* (INRA)

Les fleurs sont hermaphrodites. Elles possèdent une structure papilionacée typique : la corolle est constituée de cinq pétales inégaux : un étendard, deux ailes latérales et deux inférieures soudées sur leurs bords extrêmes constituant la carène et les sépales sont en nombre de 5 et sont soudés.

La surface du stigmate est couverte de papilles qui, lorsqu'elles sont brisées, forment une ouverture libérant un exsudat facilitant la pénétration du pollen. Chaque fleur comporte dix étamines dont la plus haute est libre et les neuf autres sont unies en une gaine renfermant l'ovaire. Elles sont de couleurs blanches, roses, violets ou autres (Chaux et Floury, 1994). La pigmentation des fleurs signifie que les graines contiennent de tannins (Singh et Tomer, 1988).



Figure 2 : Photo pour la fleur de *Vicia faba* L. (Légende d'après Bond & Poulsen, 1983)

Seules quelques fleurs par grappe produisent des gousses: 10 % selon Bond et Poulsen (1983) et 15 à 25% d'après Girard (1983), les autres avortent. Les gousses de la fève sont longues (allant jusqu'à 7 à 13 ovules) généralement aplaties et courbées vers le bas. Elles comportent de gros grains larges et plats. La féverole est constituée de petites graines ovoïdes régulières et lisses, les gousses sont courtes (2 à 3 ovules), cylindriques et généralement à port érigé.

Les graines sont charnues, vertes et tendres à l'état immature. A complète maturité, elles développent un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prennent une forme aplatie à couleur presque circulaire (Chaux et Floury, 1994).

Le mode de reproduction est partiellement allogame. L'allogamie est réalisée par les insectes pollinisateurs. Ces insectes interviennent principalement comme vecteurs de pollen entre fleurs de la même plante ou, entre fleurs de plantes différentes.

Le taux moyen d'allogamie varie de 4 à 84 %, avec une moyenne de 35 %. Ce taux dépend du génotype, de l'environnement agissant sur l'activité des insectes pollinisateurs, de l'ouverture des fleurs, de l'auto fertilité et des méthodes utilisées pour l'estimation (Sadiki et Lazrak, 1998)



Figure 3 : Gousse de fève contenant des graines. (blogs-afrique.info)

2. Systématique

La fève, *Vicia faba* L, appartenant à l'ordre des Fabales et à la famille des Fabaceae, est une espèce dont la classification prête encore aujourd'hui à discussion (Le Guen J. et Duc G., 1996). Un consensus est, cependant, généralement trouvé sur la classification de Muratova, qui subdivise l'espèce en deux sous-espèces, paucijuga et eu-faba (Le Guen J. et Duc G., 1996)

Les fèves et féveroles sont des Légumineuses (Leguminosae) appartenant à *Vicia faba* L à $2n = 12$ chromosomes.

Cette espèce présente une assez grande variabilité morphologique (poids, forme, coloration du grain, hauteur des plantes) (Moule, 1972).

Selon la taille et la forme de la graine, et celles de la gousse, on distingue trois variétés :

♣ **Vicia faba major**: les grains sont de grosses tailles larges et plates, les gousses sont très longues (nombre d'ovules de 8 à 13) aplaties et souvent recourbées en sabre. La fève est destinée à la consommation humaine.

♣ **Vicia faba minor** : Avec des grains ovoïdes, réguliers et lisses et des gousses cylindriques et courtes (nombre d'ovules de 2 à 3).

♣ **Vicia fabaequina** : les gousses de la févette sont plus aplaties longue avec un nombre d'ovules de 3 à 4. La taille des grains est moyenne.

D'autres classifications, en particulier celle de Hanelt (1972), ne reconnaissent pas la sous espèce paucijuga et subdivisent l'espèce *Vicia faba* en deux sous-espèces, *Vicia faba* et *Vicia faba minor* comportant elles-mêmes de nombreuses variétés et sous-variétés botaniques.

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 : faba

3. Les critères de distinction entre les variétés de *Vicia faba* L

**Tableau 1 : Critères de distinction entre les trois variétés de *Vicia faba* L.
(Guignard, 1989)**

	Major (fève)	Equina (févette)	Minor (féverole)
Taille des grains	Gros ou très gros (poids de 1000graines >1200g)	Moyens (poids de 1000 graines entre 800 Et 1200g)	Petits (poids de 1000 graines <800g)
Forme des grains	Grains larges et plats	Grains 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 Erigées ou à port horizontal	Port érigé sur les tiges

II. Importance de la culture de fève

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 de 3,6 millions d'hectares dans plus de 50 pays et donnent une production totale de 4 millions d'hectares par an. (Polhill et al., 1985).

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 par 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 est 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 graines de féverole utilisées pour l'engraissement des animaux sont considérées 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 féverole en alimentation animale (Fatemi, 1996).

2. Intérêt agronomique

Vicia faba L, 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.

3. Intérêt éco-toxicologique

La fève est très sensible à la pollution du sol. Ce qui en fait un modèle végétal très utilisé en éco-toxicologie dans un grand nombre d'études. Du fait que son caryotype est simple, elle est utilisée dans un grand nombre d'études de mutagenèse pour le test des anomalies chromosomiques (De Marco et al., 1995; Kanaya et al., 1994; Sang et Li 2004). De plus, la grande quantité d'ADN contenue dans son noyau, la rend très sensible aux molécules génotoxiques (Ferrara et al., 2004).

Vicia faba est en outre aussi employée pour étudier les réponses des marqueurs du stress oxydant (Radetski et al., 2004).

III. Composantes de rendement chez les fèves

Le rendement de la fève a une héritabilité faible (Bond, 1966). Il dépend de la variabilité génétique disponible, des effets majeurs des facteurs abiotiques ou biotiques et de la forte interaction génotype X environnement (Bond, 1966).

Le rendement est la résultante de composantes végétatives et reproductrices formées successivement au cours du développement de la plante (figure 4).

Une bonne installation de la culture, à une densité optimale, est nécessaire pour l'obtention de bons rendements (López-Bellido et al., 2005). Plus précisément, l'augmentation de la densité des plantes cause la réduction du nombre de gousses par plante alors que le nombre de graines par gousse et le poids moyen du grain tendent à rester constants (López-Bellido et al., 2005).

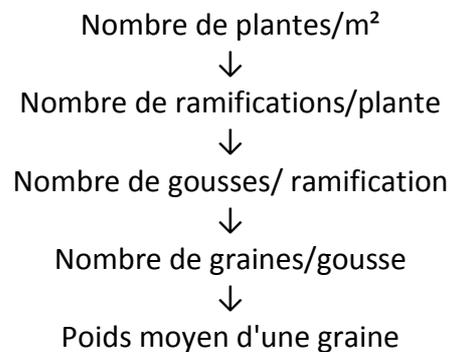


Figure 4: Le rendement grain et ses composantes

Poulain et al. (1990) ont trouvé une corrélation positive hautement significative entre le poids moyen du grain, le nombre de grains par m² et le rendement grain. Ces auteurs ont aussi indiqué que le rendement grain est corrélé avec le nombre de jours à la floraison et au poids moyen du grain.

Knudsen et al. (1983) ont trouvé que la durée de la phase de floraison est négativement corrélée au poids moyen de la graine et au nombre de graines par gousse.

D'autres travaux ont montré que le rendement grain est très fortement corrélé avec le nombre de gousses/m², le nombre de gousses par plante et le nombre de graines/m².

De Costa et al. (1997) ont aussi trouvé une forte corrélation entre le rendement grain et le nombre de gousses par m² et suggèrent ainsi que le rendement grain est sous la dépendance du nombre de puits reproducteurs.

Silim et Saxena (1992) ont trouvé que le rendement grain est fortement corrélé à la matière sèche totale, au poids moyen du grain et à l'indice de récolte et que ce rendement grain est négativement corrélé au nombre de gousses/m² et au nombre de grains/m².

Relativement à la date de semis, Loss et Siddique (1997) ont rapporté que le nombre de graines par gousse ne varie pas en fonction de la date de semis, mais que le poids moyen du grain diminue avec les semis tardifs aux environnements arides.

I. Matériel Végétal

L'essai concerné est l'essai élite de rendement, le nombre de lignées testées est de 20. Ces lignées sont issues du programme de croisement puis de sélection des années antérieures par le programme d'amélioration de la fève, parmi ces lignées 2 témoins ont été utilisés, il s'agit des lignées 19 et 20 (F269 et F321), l'utilisation de ces témoins permet de mieux appréhender la performance des lignées restées et par la suite de sélectionner les lignées les plus performantes.

II. Protocole Expérimental

1. Site expérimental

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

2. Données pédoclimatiques

Il s'agit d'un sol argilo-calcaire, très fertile et bien profond. La pluviométrie moyenne (sur 40 ans) est de 510mm, en 1962-1963, elle atteint son maximum avec une précipitation de 1006 mm, alors que dans les années 1992-1993 il atteint un minimum de 203mm.

La température est de type méditerranéen froids en hiver et chauds et sec en été. La température maximale est de 46°C, Température minimale -3°C.

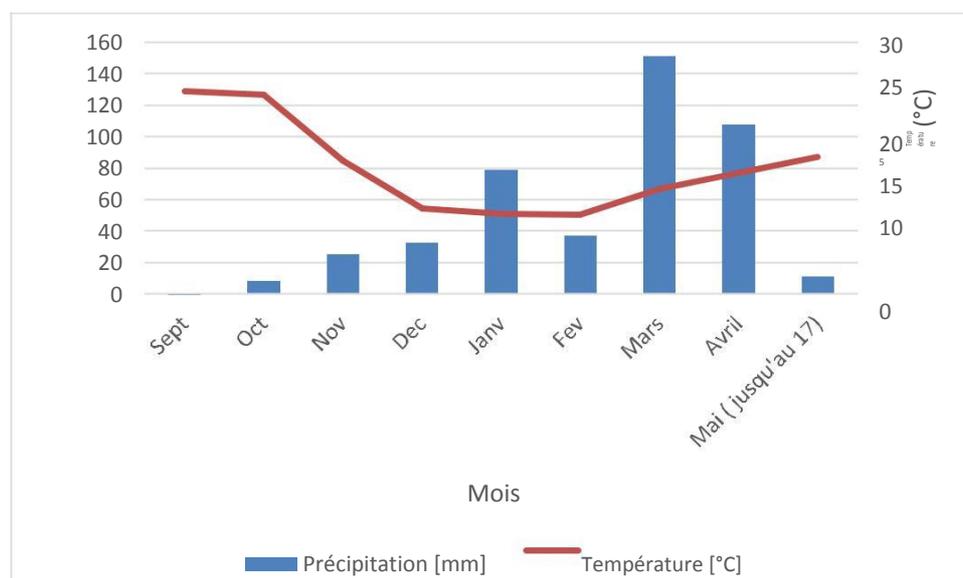


Figure 5 : Précipitation (mm) et température moyenne (°C) au niveau de l'INRA durant la campagne agricole 2017-2018

3. Itinéraire technique

Le précédent cultural de cette parcelle est une jachère travaillée.

Le tableau suivant résume la conduite technique de l'essai élite.

Tableau 2 : Itinéraire technique

Date	Opération
10/10/2017	Labour au STYP PLOW
07/11/2017	Cover Crop croisé
09/11/2017	Epannage et enfouissement Engrais (20Unités N 40Unités P 50 Unités K)
17/11/2017	Traçage des Lignes
24/11/2017	Semis
23/01/2018	Traitement contre les monocotylédones (agil 0,5L/300L Eau)
13/02/2018	Binage au mulet
18/02/2018	Désherbage manuel
26/02/2018	Traitement décis contre les insectes (1L/500L Eau /ha)
01/03/2018	1er traitement contre l'orobanche avec round up
14/03/2018	Désherbage manuel
15/03/2018	2ème traitement contre l'orobanche avec round up
29/03/2018	3ème traitement contre l'orobanche avec round up
18/04/2018	Désherbage allées au rotavateur
24/04/2018	Désherbage manuel

4. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un dispositif en blocs aléatoire complets avec deux répétitions.

Chaque parcelle élémentaire est constituée de quatre lignes de 4 m. Chaque bloc est composé de 20 parcelles élémentaires. Les répétitions sont espacées de 1,5m.

1120	20	1220	3
1119	19	1219	12
1118	18	1218	10
1117	17	1217	17
1116	16	1216	8
1115	15	1215	13
1114	14	1214	14
1113	13	1213	11
1112	12	1212	20
1111	11	1211	2
1110	10	1210	15
1109	9	1209	9
1108	8	1208	16
1107	7	1207	18
1106	6	1206	7
1105	5	1205	6
1104	4	1204	5
1103	3	1203	1
1102	2	1202	19
1101	1	1201	4

Répétition 1

Répétition 2

Figure 6 : Plan parcellaire des lignées testées

5. Paramètres morphologiques étudiés

Nous avons mesuré pour chaque plante les paramètres morphologiques suivants :

- Hauteur de la plante ;
- Nombre totale des tiges secondaires ;
- Nombre de gousses par tiges secondaires ;
- Nombre de graines par gousses par tiges secondaire ;
- L'étage du 1^{er} nœud fructifère ;
- Nombre de gousses par tiges principales ;
- Nombre de graines par gousses par tiges principales ;

Ces mesures sont collectées sur cinq plantes prises au hasard par parcelle élémentaire.

6. Traitement des données

Le calcul des moyennes pour chaque variable et les différents graphes ont été réalisés par le logiciel Excel. Alors que les corrélations partielles ont été réalisées avec le logiciel IBM SPSS.

I. VARIATION DES COMPOSANTES DE RENDEMENTS

1. Hauteur de la tige principale

La hauteur de la tige principale chez les lignées testées varie entre 95 et 119 cm avec une moyenne de 109 cm (Figure 7).

La lignée 13 présente la hauteur la plus importante. La plupart des lignées ont une hauteur supérieure ou égale à la hauteur des témoins.

La lignée 12 et le témoin 19 ont la même hauteur de la tige principale (101 cm).

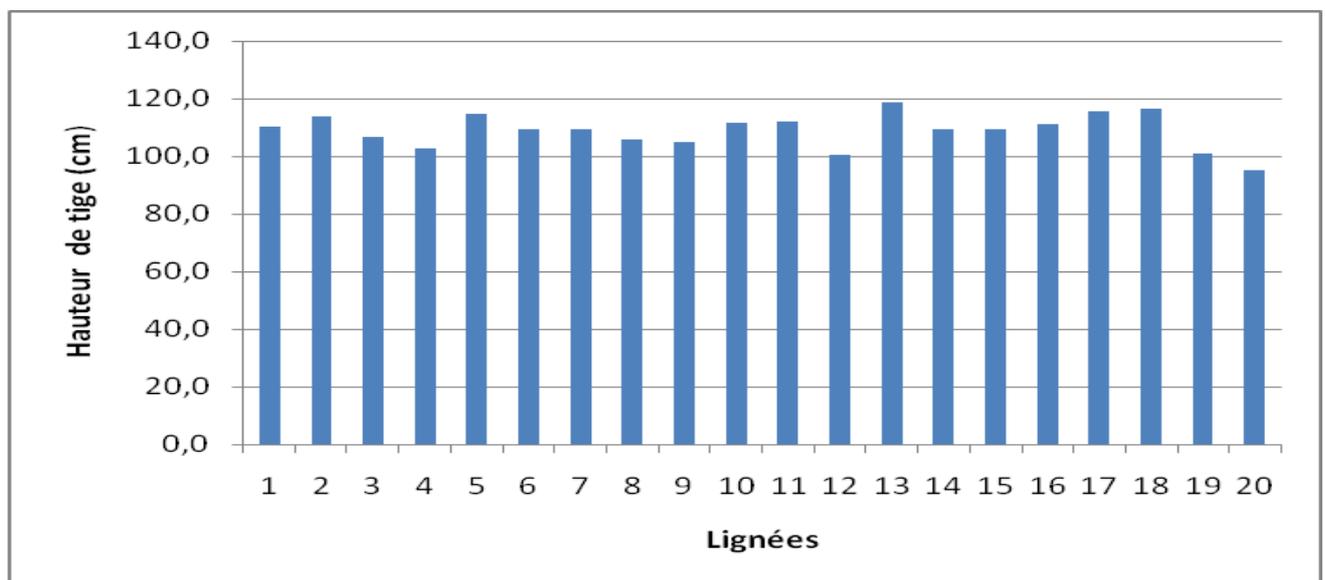


Figure 7 : Variation de la hauteur de la tige principale en fonction des lignées.

2. Nombre de tiges secondaires

Nous observons que le nombre moyen de tiges secondaires varie entre 0,6 et 1,5. La lignée 11 a le plus de tiges secondaires par rapport aux autres (Figure 8). Alors que les lignées 6 et 10 sont les plus faibles quant au nombre de tiges secondaires (0,7 et 0,6 respectivement).

Nous notons pour le nombre de tige secondaire que les lignées 5 et 17 suivent les mêmes variations que le témoin 19, et les lignées 1 et 15 suivent les mêmes variations que le témoin 20.

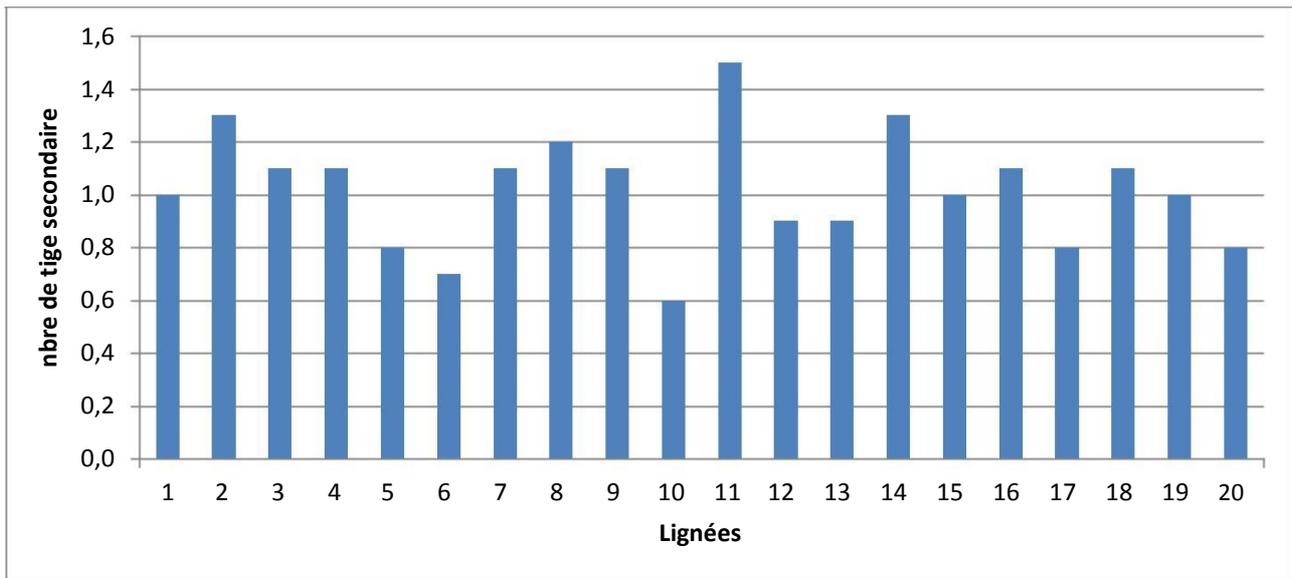


Figure 8 : Variation de nombre de tige secondaire en fonction de lignées.

3. Nombre de tige secondaires fructifères

Nous distinguons, pour la figure 9, que le nombre de tiges secondaires fructifères varie entre 0,3 et 1,2.

Les lignées 11 et 14 ont le nombre des tiges secondaires fructifères le plus élevé. Les plus faibles sont les lignées 5, 6 et 10. Pour les lignées 1, 2 et 12 ont le même nombre de tiges secondaires fructifères que le témoin 19. La lignée 17 est identique au témoin 20 quant au nombre de tiges secondaires fructifères.

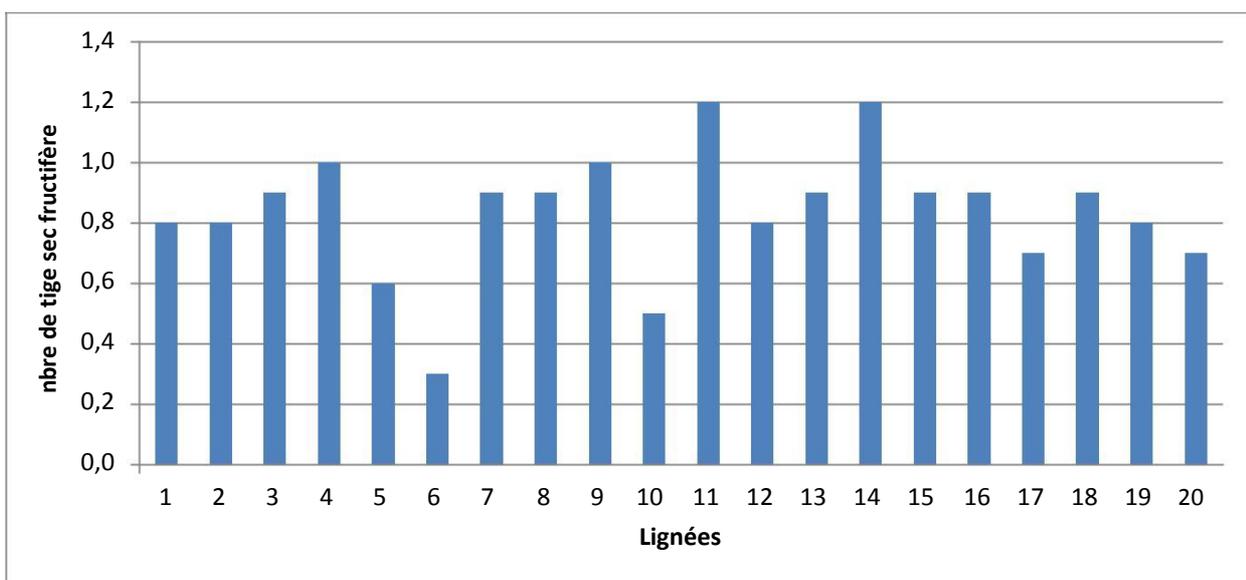


Figure 9 : Variation de nombre de tige secondaire fructifère.

4. L'étage du 1^{er} nœud fructifère

D'après la figure 10, nous distinguons que l'étage du 1^{er} nœud fructifère varie entre 5 et 9.

Chez les plantes des lignées 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 15 et 18, les gousses apparaissent à un niveau plus bas que chez les plantes des témoins.

Les lignées 11 et 13 sont des géotypes qui ont commencé une fructification à un niveau plus élevé que pour l'ensemble des lignées (rang 9 et 8).

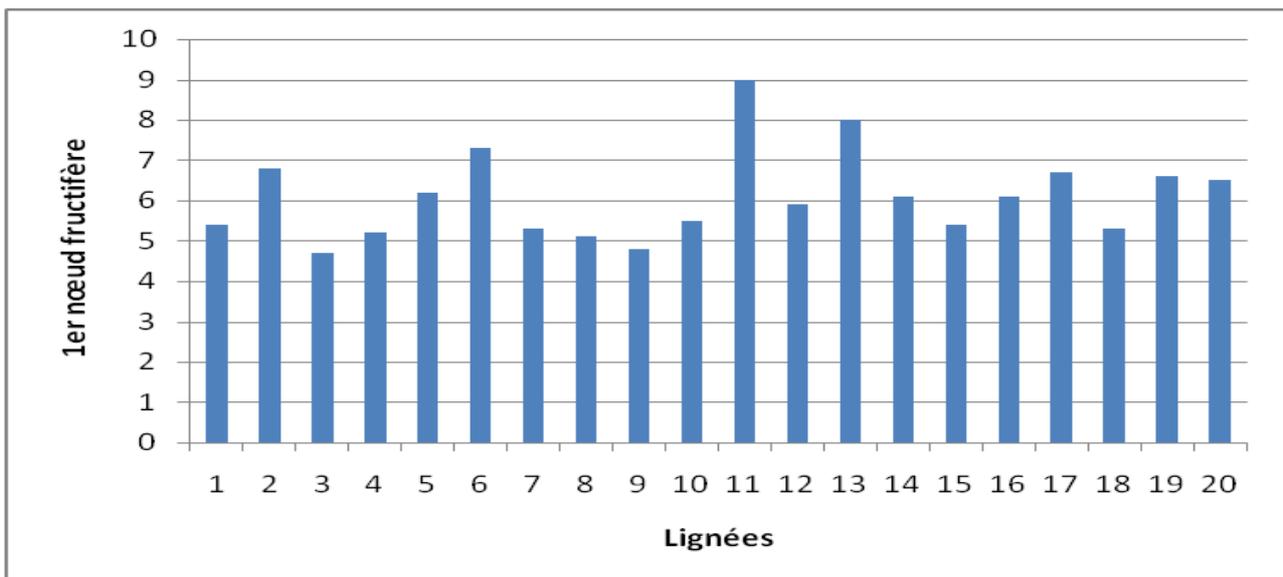


Figure 10 : Variation de l'étage du premier nœud fructifère en fonction des lignées.

5. Nombre de gousses par tige

Nous constatons, de cette figure 11, que le nombre moyen de gousses par tige principale varie entre 5 et 9, et celui par tige secondaire entre 3 et 6.

Les lignées 2, 4, 5, 6, 12, et 14 ont un nombre moyen de gousses plus élevé par rapport aux témoins (Lignées 19 et 20) pour la tige principale. D'après la figure 11, nous concluons que la lignée 2 a produit le plus de gousses par tige principale.

Alors que pour la tige secondaire, nous constatons que la lignée 6 a produit le plus faible nombre de gousses par rapport aux autres qui l'ont dépassé. Les plus élevés par rapport aux témoins sont 4, 13, 14 et 18. Concernant le nombre de gousses par tige secondaire, nous observons que la lignée 3 suit la même tendance que le témoin 20.

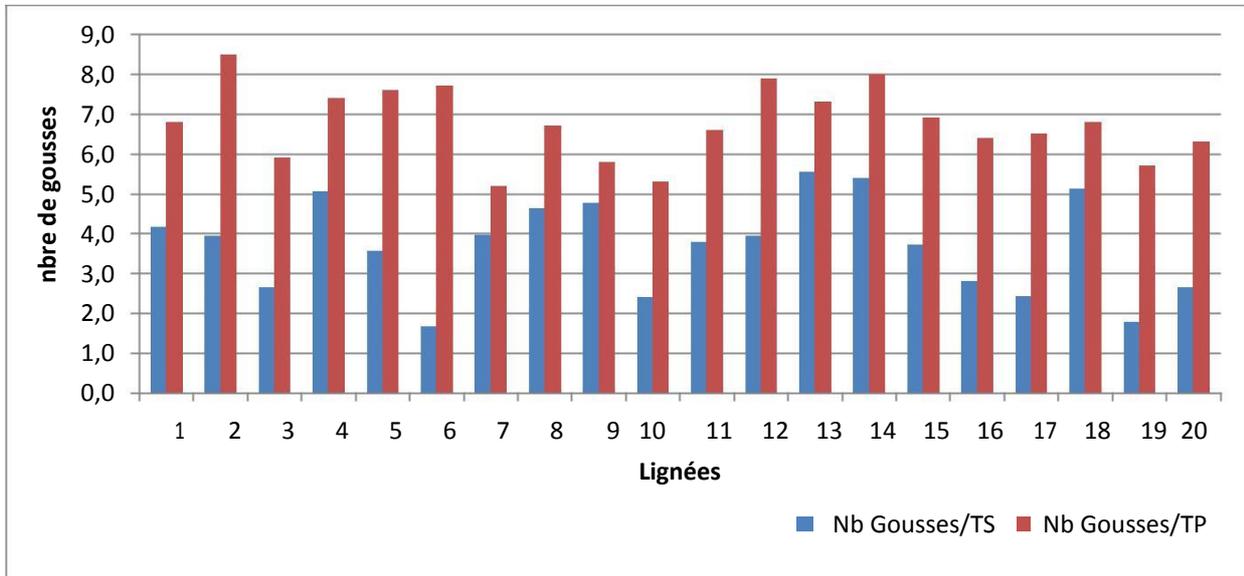


Figure 11: Variation du nombre de gousses par tige en fonction des lignées.

6. Nombre de graine par tige

La figure 12, montre que le nombre de graines est compris entre 15 et 30 pour la tige principale et entre 5 et 15 pour la tige secondaire.

Nous distinguons que la lignée 2 a produit plus de graines par tige principale (27 graines) : cette lignée dépasse la production du nombre de graines par tige principale des deux témoins.

Par contre pour la tige secondaire, c'est la lignée 18 qui a produit plus de graines par tige que les témoins (16 graines), suivi des lignées 8 et 9 (15 graines). La lignée 6 a produit le moins de graines par tige secondaire.

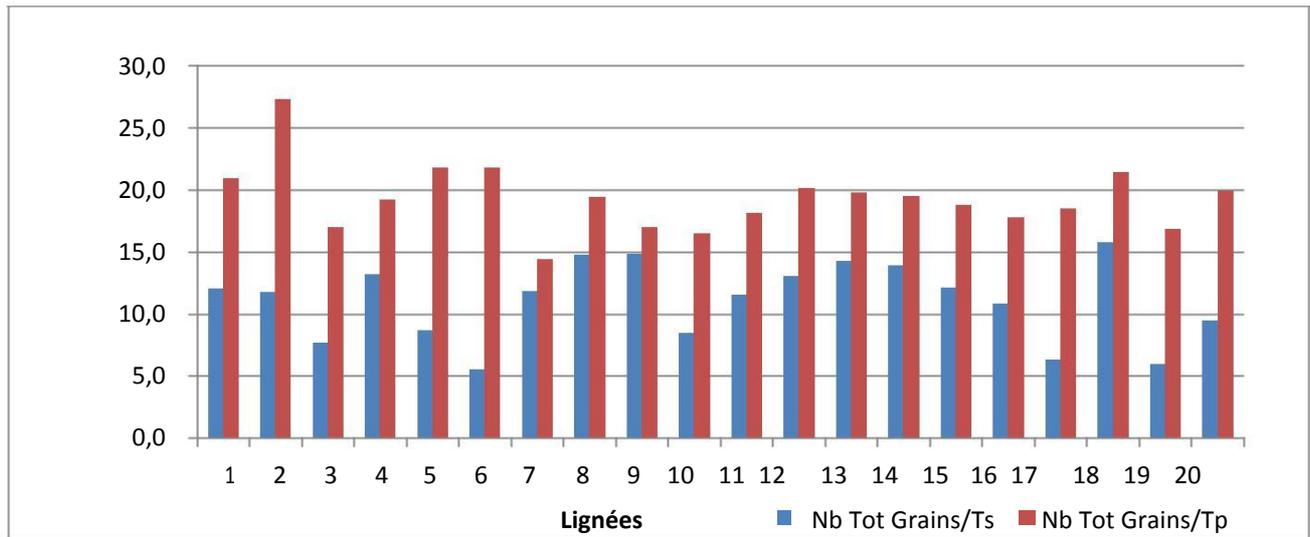


Figure 12 : Variation du nombre de grains par tige en fonction des lignées.

II. Corrélation partielles entre les composantes du rendement

Tableau 3 : Corrélation partielles entre les composantes du rendement.

		Nb Tot Graines	Hauteur (cm)	Nbre TS	Nb Gousses/TS	Nb Tot Graines/Ts	Nb TS Fructifères
Nb Gousses/TP	Corrélation	0,822	0,169	0,133	0,327	0,225	0,031
	Signification (bilatérale)	0,000	0,489	0,587	0,172	0,354	0,899
Nb Tot Graines	Corrélation		0,224	0,033	0,138	0,113	-0,204
	Signification (bilatérale)		0,356	0,893	0,572	0,645	0,403
Hauteur de tige (cm)	Corrélation			0,045	0,221	0,100	-0,002
	Signification (bilatérale)			0,856	0,363	0,685	0,994
Nbre TS	Corrélation				0,483	0,516	0,877
	Signification (bilatérale)				0,036	0,024	0,000
Nb Gousses/TS	Corrélation					0,932	0,682
	Signification (bilatérale)					0,000	0,001
Nb Tot Graines/Ts	Corrélation						0,654
	Signification (bilatérale)						0,002

L'analyse des corrélations partielles (Tableau 3) nous permet de tirer les points suivants :

- Le nombre de gousses par tige principale est fortement corrélée positivement au nombre total de graine.
- Le nombre de tige secondaire est corrélée positivement au nombre de gousses par tige secondaire ainsi qu'avec le nombre total de graines par tige secondaire, et très fortement corrélée positivement avec le nombre de tiges secondaires fructifères.
- Le nombre de gousses par tige secondaire est très fortement corrélée positivement avec le nombre total de graines par tige secondaire et au nombre de tiges secondaires fructifères.
- Le nombre total de graines par tige secondaire est très corrélée avec le nombre de tiges secondaires fructifères.

Conclusion

Cette étude nous a permis de décrire ces lignées, de suivre le degré de la variabilité de leurs caractéristiques morphologiques et d'évaluer les principales composantes du rendement.

Les résultats obtenus au niveau des composantes du rendement montrent une grande variabilité entre les différentes lignées testées, la lignée 2 reste la plus importante.

Cette lignée a produit plus de gousses par tige principale que par tige secondaire : 9 gousses par tige principale, 4 gousses par tige secondaire, et dont les graines sont respectivement 27 et 12.

Elle présente aussi un développement important au niveau de la hauteur de la tige et le nombre de tiges secondaires.

Cette lignée sera intéressante à sélectionner comme lignée destinée à la production et même comme parent pour les caractères qui intéresserait le sélectionneur.

La caractérisation des différentes lignées étudiées, permet au sélectionneur de trouver un point de départ pour la sélection de lignées fèves et féveroles désirées en fonction des critères visés.

Enfin, les analyses des corrélations partielles ont permis de déceler les corrélations existantes entre quelques composantes du rendement.

Perspective

Sur la base des caractères étudiés et aussi de la réaction aux maladies ainsi que leur performance, un certain nombre de lignées seront sélectionnées parmi les génotypes testés dans notre étude.

- Bond D.A.** 1966. Yields and components of yield in diallel crosses between inbred lines of winter beans (*Vicia faba* L.). *J. agric. Sci., Cambridge*, 67, 325-336.
- 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.
- Chaux C. & C. Floury.** 1994. légumineuses potagères, légumes, fruits. *Production légumière sec*, Tome 3, *Technique et documentation Lavoisier* : 3-15.
- Dajoz, R.** 2000. *Eléments d'écologie*. Ed. Bordas. Paris, 5ème édition. 631pp.
- 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.
- De Costa W.A.J.M., Dennett M.D, Ratnaweera U. Nyalemegbe k.** 1997. Effects of
- De Marco A., De Simone C., Raglione M. & Lorenzoni P.** 1995. Influence of soil characteristics on the clastogenic activity of maleic hydrazide in root tips of *Vicia faba*. *Genet. Toxicol. Environ. Mutag*, 5-12.
- different water regimes on field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba faba* L. *Z. Pflanzenzucht.*, 90:106-115.
- FAOSTAT.** 2016. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=fr#ancor>, Mai 2016.
- Fatemi, Z.** 1996. Situation de la Culture des Fève au Maroc. In: *Rehabilitation of Faba Bean*. Bertenbreiter W .and M. Sadiki (Eds.), 33-38.
- Ferrara G., Loffredo E. & Senesi N.** 2004. Anticlastogenic, antitoxic and absorption effects of humic substances on the mutagen maleic hydrazide tested in leguminous plants. *Eur. J. Soil Sci.* 55: 449-458.
- Girard, C.** 1983. Féverole. *Techniques agricoles*. 2213. Encyclopédie, pp.1-9.
- Gordon, M. M.** 2004. Haricots sec: Situation Prospectives et Agroalimentaire. Canada. p.1-7.
- Guignard, J.L.** 1989. *Abrégés de botaniques*, 5ème édition: 173-176.
- Hanelet, P.** 1972. Die infraspezifische variabilated von *Vicia faba* L. in the Gliedewng. *Kurturpflanze* p: 75-128. Hebblethwaite P.D. (ed), Butterworth, London, 77-101.
- Kanaya N., Gill B.S., Grover I.S., Murin A., Osiecka R., Sandhu S.S. & Andersson H.C.** 1994. *Vicia faba* L, chromosomal aberration assay. *Mutat. Res.-Fundam. Mol. Mech. Mutag.* 310 (2): 231-247.
- 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 Maghreb ».Hammamet, Tunisie, 100p.
- Knudsen J.C., Poulsen M.H.** 1983. *Pollination~studies20~on the closed flower mutants of Vicia*

- L.) II; Yield, yield components and harvest index. *Field Crops Research*, 52, 169-178.
- Le Guen, J., and G. Duc.** 1992. La féverole. In «Amélioration des espèces végétales cultivées», Gallais A., Bannerot H. (Eds.), 189-203.
- Le Guen, J. and G. Duc.** 1996. La Féverole. In : Amélioration des Espèces Végétales Cultivées : Objectifs et Critères de Sélection. A. Gallais et H. Bannerot (Eds.), 189-203.
- López-Bellido F.J., López-Bellido L., López-Bellido R.J.** 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Europ. J. Agronomy* 23, 359-378.
- 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.
- 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.
- Moule C.** 1972. Plantes sarclées et diverses, tome III. *Phytotechnie spéciale*. (eds): La maison rustique, Paris, : 3-14
- Muratova, V.** 1931. Common beans (*Vicia faba* L.) suppl. 50th to bulletin of applied botany of genetics and plant breeding: 1-298.
- Polhill, R. M. and Vander Maesen.** 1985. Taxonomy of Grain Legumes. In Grain legume Crops: Edited by R. J. Sumer field and E. H. Roberts, p. 3-36.
- Poulain D., Keller S., Le Guen J.** 1990. Influence des facteurs climatiques sur le rendement de la féverole (*Vicia faba* L., var Ascott) et ses composantes. *Agric. Forest. Meteorol.*, 52, 397-414.
- Rachef S.A., Ouamer F., Ouffroukh A.,** 2005. Inventaires de ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). *Recherches Agronomiques*. 16 :36-41pp.
- Radetski C.M., Ferrari B., Cotelle S., Masfarau J.F. & Ferard J.F.** 2004. Evaluation of the genotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incinerator bottom ash leaf chates. *Sci. Total Environ.* 33: 209-216.
- Sadiki M., and A. Lazrak, W.** 1998. La fève et la féverole: Fiche technique. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (eds.). 31pp.
- Sang N., and Li G.** 2004. Genotoxicity of municipal landfill leachate on root tips of *Vicia faba* L. *Mutat. Res.-Genet. Toxicol. Environ. Mutag.* 560 (2):159-165.
- Silim S.N., Saxena M.C.** 1992. Comparative performance of some faba bean (*Vicia faba* L.)
- Singh, V.P., and Y.S. Tomer.** 1988. Influence of flower colour on seed yield and components in faba bean. *Fabis*, 22: 7-8.
- Sjodin, J.** 1971. Induced morphological variation in *Vicia faba* L. *Hereditas*, 67:11.

SITES INTERNET

Blogs-afrique.info

<http://faostat.fao.org>