

Liste des abréviations

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

MADRPM:Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.

B.rufimanus:Bruchusrufimanus.

V.faba L. :*Viciafaba*.

Dg : Diamètre géométrique.

Mm : millimètre.

G: Gramme.

N: Nord.

W: West.

Φ : sphéricité.

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Critères de distinction entre les trois variétés de <i>Vicia faba</i> L.	3
Tableau 2 :	Corrélations entre la longueur moyenne, l'épaisseur moyenne, largeur moyenne et le poids d'une graine.....	3
Tableau 3 :	Corrélations entre le Dg Moyen, sphéricité moyenne et poids d'une graine.....	7
Tableau 4 :	Régression linéaire entre la longueur et la largeur.	17
Tableau 5 :	Régression linéaire entre la longueur et le poids d'une graine.....	19
Tableau 6	Régression linéaire entre la largeur et le poids d'une graine.....	19
Tableau 7	Corrélation entre le nombre d'attaque et le poids d'une graine	20
Tableau 8	Classification botanique de <i>Vicia faba</i>	20
Tableau 9	Taxonomie de la bruche.....	22

Liste des figures

Figure 1	Classification de <i>V.faba</i> L. selon Muratova (1931).....	2
Figure 2	Image montrant des oeufs déposés par la bruche au niveau de la gousse.....	8
Figure 3	Image montrant une larve de <i>B.rufimanus</i>	8
Figure 4	Image montrant la bruche dans son stade nymphal.....	8
Figure 5	Image montrant les dégâts causés par <i>B.rufimanus</i> sur les graines de <i>V.faba</i>	10
Figure 6	Zones de collecte des populations de la fève, févrette et féverole	13
Figure 7	Pied à coulisse utilisés dans nos mesures.....	14
Figure 8	Schéma montrant les différentes parties mesurées de la fève.....	14
Figure 9	Image montrant une fève infestée par <i>Bruchus rufimanus</i>	16
Figure 10	Image des graines montrant les pics et les pontes effectuées par la bruche.....	16
Figure 11	Répartition des différents paramètres étudiés en fonction des populations.....	17
Figure 12	Répartition des différents paramètres étudiés.....	18
Figure 13	Répartition des 66 populations étudiées en fonction de la forme de la graine...	21
Figure 14	Répartition des 66 populations étudiées en fonction de la couleur de la graine..	21
Figure 15	Nombre d'attaques et le poids d'une graine	22

RESUME

Afin de répondre aux besoins de la conservation des ressources génétiques de la fève et de la création variétale très restreinte au niveau nationale, la collection des populations locales et leur caractérisation est un pré requis très importants.

La présente étude a été conduite, au cours de l'année universitaire 2015-2016, au sein de l'INRA de Douiyet. Elle a pour objectif d'effectuer une caractérisation agronomique ainsi qu'une évaluation d'infestation par *Bruchus rufimanus* de 66 populations de *Vicia faba* L. collectées dans diverses régions du Maroc.

Cette étude nous a permis d'appréhender le degré de variabilité pour les différentes variables mesurées, tant entre les populations que de la variabilité au sein d'un grand nombre de populations. Ceci, nous est d'une importance non négligeable pour compléter les bases de données pour les divers descripteurs et variables d'évaluation agronomique. En se basant sur ces données, les sélectionneurs pourront utiliser ces données comme base dans leur choix des génotypes qui répondent aux critères en accord avec l'objectif du programme d'amélioration.

Mots clés

Vicia faba, *Bruchus rufimanus*, Domaine Douiyet, caractérisation, infestation, conservation.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
I. ETUDE BIOLOGIQUE.....	2
1. Systématique.....	2
2. Biologie de la plante.....	3
II. CONTRAINTES DE PRODUCTION DE LA FEVE AU MAROC.....	4
1. Stress abiotiques.....	4
2. Stress biotiques.....	4
III. CONSERVATION DES RESSOURCES PHYTOGENETIQUES DES PLANTES CULTIVEES.....	5
IV. BRUCHUS RUFIMANUS.....	6
1. Position systematique de <i>b.rufimanus</i>	6
2. Description de <i>B.rufimanus</i>	7
2.1 Stade adulte	7
2.2 Stade oeufs.....	8
2.3 Stade larvaire.....	8
2.4 Stade nymphal.....	8
2.5 Cycle de développement.....	8
3. Dégâts causés par <i>B.rufimanus</i>	9
3.1 Pertes pondérales.....	9
3.2 Pertes de germination.....	10
3.3 Dépréciation des graines.....	10
4. Technique de protection.....	10
4.1 Lutte chimique.....	11
4.2 Lutte préventive	11
4.3 Lutte curative.....	11
4.4 Lutte physique.....	12
4.5 Lutte biologique.....	12

PARTIE EXPERIMENTALE.....	13
Matériels et méthodes.....	13
1. Site expérimental.....	13
2. Matériel végétal.....	13
3. Paramètres biologiques étudiés.....	14
3.1. Paramètres morphologique de la graine.....	14
3.2. Caractères morphologique de la graine.....	15
4. 3. Degré d'infestation par les bruches.....	16
RESULTATS ET DISCUSSION.....	17
I. ANALYSE DES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES DE LA GRAINE	17
1. Epaisseur moyenne, longueur moyenne, largeur moyenne et poids d'une graine.....	17
2. Dg moyen, la sphéricité moyenne, et le poids d'une graine.....	18
3. Régression linéaire entre la longueur moyenne et la largeur moyenne	19
4. Régression linéaire entre la longueur et le poids de la graine.....	19
5. Régression linéaire entre la largeur et le poids de la graine.....	20
II. ANALYSE DES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DE LA GRAINE.....	20
1. Couleur du hile.....	20
2. Forme de la graine.....	20
3. Couleur de la graine.....	21
III. ANALYSE DU DEGRE D'INFESTATION PAR LES BRUCHES.....	22
<i>CONCLUSION GENERALE</i>	23

INTRODUCTION GENERALE

La fève (*Vicia faba*) est la principale légumineuse alimentaire au Maroc, elle occupe plus de 56% de la superficie totale en légumineuses. Suivie du pois-chiche (19%), de lentille (14%) et du petit-pois (9%) (MADRPM, 2013-2014). Grace à ses multiples rôles sur le plan agrobiologique et socio-économique, la fève reste une composante essentielle dans les systèmes de productions agricoles marocaines. En plus de ces intérêts agro-économiques, la fève constitue l'une des principales sources de protéines pour la consommation humaine et animale. Sa richesse en protéine est de l'ordre de 25 à 35 %. Elle contribue à combler le déficit protéique des régimes alimentaires à base des céréales de la majorité des familles marocaines.

Malgré cette importance, la superficie emblavée annuellement par la fève n'a pas cessé de régresser durant les dernières décennies. Ceci semble être dû au fait que la culture de la fève est devenue peu voire non rentable. D'une part, les rendements sont très faibles à cause d'un certain nombre de contraintes d'ordre technique, climatique et culturelle et, d'autre part, les couts de production sont élevés, notamment à cause de la forte implication de la main d'œuvre dans les différentes opérations de production. Sur le plan technique, la fève est encore cultivée d'une manière traditionnelle, caractérisée par un travail grossier de sol, un semis tardif et un très faible entretien de la culture.

Il semble que le rendement des fèves au Maroc ainsi que les superficies cultivées se caractérisent par une instabilité d'un an à l'autre (Fatemi, 1996). Cette instabilité est due, à de nombreux facteurs dont l'utilisation d'un matériel végétal local peu performant.

C'est dans l'objectif de la conservation et l'amélioration des ressources génétiques que l'Institut National de 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 bonne qualité et résistantes aux maladies et aux parasites.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à la caractérisation morphologique de 66 populations de fèves ainsi qu'à l'évaluation des taux d'infestation par les bruches. Pour se faire, nous avons réparti notre étude comme suit :

Nous avons une introduction générale exposant notre objectif, suivie d'une partie bibliographique exposant des données générales sur notre sujet. Dans un troisième temps, nous avons une partie expérimentale englobant les différentes mesures effectuées et en dernier lieu, nous avons exposé les résultats obtenus suivie d'une conclusion générale.

Pour toutes les classifications, les sous-espèces, variétés et sous-variétés sont classées selon les critères de distinction basés sur les différences au niveau d'un certain nombre de paramètres biologiques dont : la taille, la forme des graines, des gousses et le port des gousses sur la tige.

Tableau 2 : Critères de distinction entre les trois variétés de *Vicia faba* L. (Guignard, 1989).

Variétés	<i>Minor</i>	<i>Equina</i>	<i>Major</i>
Traits			
Taille de grains	Petits (P1000 grains<1000g)	Moyens (P1000 grains entre 1000 et 1500 g)	Gros ou très gros (P1000 grains>1500g)
Forme de grains	Grains ovoïdes réguliers et lisses	Grains présentant une dépression latérale des cotylédons	Grains larges et plats
Taille des gousses	Gousses courtes (nombre d'ovules de 2à3)	Gousses plus longues (nombre d'ovules de 3 à 4)	Gousses très longues (nombre d'ovules de 8 à 13)
Forme de gousses	Cylindrique	Plus aplatie	Aplatie souvent recourbé « en sabre »
Port des gousses sur les tiges	Port érigé sur les tiges	Généralement semi érigées ou à port horizontal	Retombantes et trainant généralement à terre

2. Biologie de la plante

Vicia faba L. est une plante herbacée annuelle à tige creuse et de section carrée à croissance indéterminée. Le nombre de nœuds (végétatifs et reproducteurs) varie entre 10 et 40 selon les génotypes et les conditions de culture (Thibaux, 1986 ; Le Guen et Duc, 1992).

Les feuilles sont composées, alternes pennées, avec quatre à neuf folioles rarement unifoliées. Les inflorescences sont des grappes de deux à dix fleurs. 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 externes constituant la carène. Le calice est formé de cinq sépales soudés.

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 (Bond et Poulsen, 1983). La surface du stigmate est couverte de papilles qui, lorsqu'elles sont brisées, forment une ouverture libérant un exsudat facilitant la pénétration du pollen. Seules quelques fleurs par grappe produisent des gousses: 10% selon Bondet Poulsen (1983) et 15 à 25% d'après Girard (1983), les autres avortent. Généralement, la carène et l'étendard sont colorés par deux types de pigments, l'anthocyane et la mélanine.

La couleur des fleurs est un indicateur de la présence des tanins dans les téguments de la graine chez cette espèce (Singhet, 1988). En effet, l'absence de la pigmentation des fleurs signifie que les graines ne contiennent pas les tanins.

La gousse de la fève est charnue de longueur variable (4,5 à 16 cm), Elle est érigée pour la fêverole et pendante ou horizontale pour la fève, avec deux à huit graines par gousse. La croissance de la plante est naturellement indéterminée. Toutefois, des types de fève à croissance déterminée ont été obtenus par mutagenèse provoquée (Sjodin, 1971). Le système racinaire est pivotant à racicules très nombreuses, il porte d'abondantes nodosités blanchâtres (Girard, 1983. Mesquida et *al.*, 1990).

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 l'activité des insectes pollinisateurs (abeilles, bourdons).

II. CONTRAINTES DE PRODUCTION DE LA FEVE AU MAROC

1. Stress abiotiques

Au niveau climatique, la sécheresse constitue de loin la contrainte la plus importante qui entrave la production des fèves au Maroc. En effet, durant les dix dernières années, le Maroc a connu sept années de sécheresse (1991, 1992, 1993, 1995, 1999, 2000 et 2001). Ce stress peut être général durant toute la campagne agricole, comme il peut survenir au début de la saison, à son milieu et/ou à sa fin. Les autres stress abiotiques qui influencent la culture de la fève sont le froid hivernal et les gelées printanières, la chaleur de fin de saison et enfin la salinité dans certaines régions côtières.

2. Stress biotiques

Parmi les facteurs biotiques qui affectent les fèves, nous pouvons citer par ordre d'importance l'orobanche, les maladies cryptogamiques, les nématodes, les maladies virales et les insectes. L'orobanche constitue un fléau pour cette culture causant des pertes de rendement pouvant atteindre 100%. Quant aux maladies cryptogamiques, il y a lieu de noter que la maladie de tache chocolatée (*Botrytis fabae*), l'anthracnose (*Ascochyta fabae*) et la rouille (*Uromyces fabae*) (Mabsoute, 1988) sont les plus dominantes. Les nématodes, notamment, la race géante du nématode des tiges affectent aussi le rendement de cette culture (Abbad Andaloussi et Bachikh, 1996).

Plusieurs virus peuvent attaquer la fève et causer des pertes importantes du rendement surtout quand l'attaque survient au stade plantule. Parmi les principaux virus s'attaquant à la fève, on peut citer le virus de la marbrure (Broad Bean Mottle Virus ou BBMV), le virus du flétrissement de la fève (Broad Bean Wilt Virus ou BBWV), le virus des tâches nécrotiques (Broad Bean Stain Virus ou BBSV) et le virus de la mosaïque jaune (Broad Yellow Mosaic Virus ou BYMV).

Deux insectes sont des ravageurs importants de la fève : Il s'agit des pucerons et des bruches. Les pucerons (*Aphis fabae*) affectent la fève directement en attaquant le sommet de la plante avant de couvrir toute la partie aérienne ou indirectement en servant de vecteurs dans la transmission des maladies virales. Les bruches (*Bruchus rufimanus*) causent des pertes importantes au niveau du stockage des fèves.

III. CONSERVATION DES RESSOURCES PHYTOGENETIQUES DES PLANTES CULTIVEES

La diversité génétique est la base de l'amélioration des plantes. Elle est d'une importance incontestable pour le développement de variétés adaptées à l'aide des progrès de la sélection. C'est cette diversité génétique qui constitue la matière première du sélectionneur pour créer de nouvelles variétés.

Le Maroc est considéré comme centre de diversité génétique pour plusieurs espèces y compris les fèves en raison de sa position géographique de double façade atlantique et méditerranéenne, de son relief complexe et de son climat diversifié. Cependant cette diversité est constamment exposée à l'érosion génétique activée par divers facteurs, liés aux changements du milieu et aux actions de l'homme (Sadiki, 1985-1996). Pour réduire et empêcher les dégâts causés par cette érosion, le Maroc a fait l'objet de plusieurs prospections internationales visant la collecte de matériel génétique. Il s'avère nécessaire de préserver et de mieux connaître ces ressources génétiques afin de mieux les utiliser.

Ainsi la collecte, la caractérisation, l'évaluation ainsi que la conservation de ces ressources constituent des activités indispensables à la création variétale.

L'étude de la variabilité de la collecte est réalisée par :

- Une caractérisation selon des descripteurs morphologiques préétablis.
- Une évaluation agronomique.
- Une étude génotypique visant l'analyse de la variabilité génétique de ce germoplasme.

La caractérisation se base sur des descripteurs morphologiques. Dans le cas de la fève, la caractérisation se base sur les normes décrites dans *Faba bean descriptors* d'IBPGR et ICARDA (IBPGR et ICARDA, 1985). Ces descripteurs sont des caractères qui semblent plus au moins influencés par les variations environnementales. De plus, ils doivent être facilement observables à l'œil nu. Ces descripteurs permettent une différenciation phénotypique facile et rapide.

Quant à l'évaluation agronomique et génétique, la première permet d'évaluer la productivité et ses composantes et la deuxième vise à déterminer la variabilité génotypique du germoplasme collecté.

Les données ainsi obtenues vont être enregistrées dans une base de données pour accompagner la collection dans son lieu de conservation, soit in-situ dans les écosystèmes naturels ou ex-situ, dans les banques de gènes.

Les sélectionneurs trient le matériel génétique disponible dans les banques de gènes en se basant sur les données disponibles dans la base de données.

Tout progrès et tout résultat obtenu par les sélectionneurs sera transmis à la banque de gènes pour enrichir la base de données de la collection.

IV. *BRUCHUS RUFIMANUS*

1. Position systématique de *B. rufimanus* (Hoffman et al.,1962)

Tableau 3 : Taxonomie de la bruche

Règne : Animal	
Embranchement : Arthropodes	
Sous embranchement : Ptérygotes	
Classe : insectes	
Ordre : Cléoptères	
Sous ordre : Phytophagae	
Famille : Chrysomelidae (Bruchidea)	
Sous famille : Bruchinae	
Genre : Bruchus	
Espèces : <i>Bruchus rufimanus</i>	

2. Description de *B. rufimanus*

2.1 Stade adultes

La taille de la bruche adulte varie de 3,5 à 5 mm de longueur, l'espèce est reconnue facilement par la présence d'une longue pointe située à l'angle interne des tibias postérieurs, dans les deux sexes et par la conformation particulière des tibias intermédiaires tordus légèrement et creusés en gouttière le long de leur face interne chez les mâles, le prothorax est plus au moins denté latéralement, les tarses médians tantôt ferrugineux, tantôt noirs (Hoffman, 1945).

La tête, est prolongée en museau court. Les pattes antérieures fauves sont à la base des cuisses noires, tandis que les pattes postérieures sont toutes noires. Le corselet est couvert d'un épais duvet de couleur gris-jaunâtre, les élytres sont plus larges que le corselet, noirs striés avec des taches grises (Qunatin, 1861).

2.2 Stade œufs

Les œufs ont $0,55 \times 0,25$ mm ; ils ont un aspect gélatineux et sont collés à la gousse sur toute sa longueur (figure2). Ils sont lisses et ne présentent pas d'ornementation visible de chorion (Dupont, 1990).

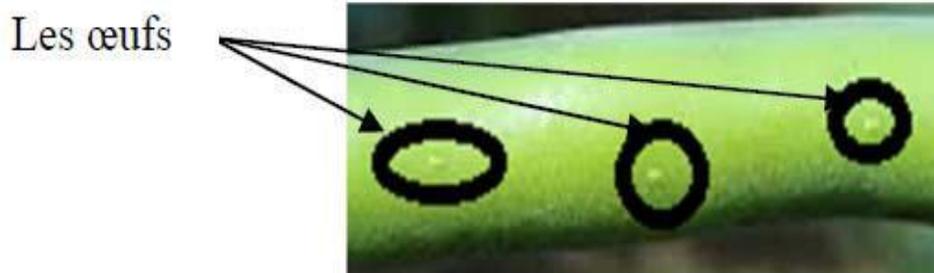


Figure 2 : Image montrant des œufs déposés par la bruche au niveau de la gousse.

2.3 Stade larvaire

Les larves de *B.rufimanus* mesurent 5 à 6 mm de long, caractérisées par une tête brune, un corps blanc légèrement jaunâtre et incurvé. Leur plaque pro-thoracique présente une série de dix dents (Hoffman, 1945). Elles sont sub-cylindriques en forme de C (figure3).



Figure 3 : Image montrant une larve de *B.rufimanus*

2.4 Stade nymphal

La nymphe ressemble à l'adulte, mais qui n'a pas acquis sa couleur brune. Cette dernière est d'un blanc crème (figure 4). La tête n'est partiellement visible que du haut (Casari et Teixeira, 1997).



Figure 4 : Image montrant la bruche dans son stade nymphal.

2.5 Cycle de développement

B. rufimanus est une espèce dont l'activité est largement influencée par la température. Elle se réactive quand les températures dépassent 15°C. Dès le début de la floraison de la plante hôte, la reprise d'activité des adultes marque la levée de diapause reproductrice. Le démarrage de la fonction reproductrice est ainsi, conditionné par l'ingestion de grains de pollen de l'hôte par les adultes.

La nouaison induit l'émission des œufs chez la bruche ; la période d'oviposition est aussi modulée par les conditions climatiques : elle représente environ 8% de la durée du cycle l'œuf constitue donc, le stade le plus court dans le développement de *B. rufimanus*.

Le développement larvaire passe par 4 stades : il commence au champ et continue pendant le stockage, tandis que la nymphose a lieu dans la graine entreposée. Cette étape biologique mobilise le tiers de la durée du cycle de la bruche.

La sortie des nouveaux adultes à partir des graines s'opère en été, en automne et en hiver-printemps. En attendant le retour des conditions favorables, ces adultes restent en diapause reproductrice pendant une période d'environ 8 mois, soit à l'intérieur des graines, soit dans la nature. Cette dernière période correspond à la période pré-reproductive. La période reproductive dure environ 1 mois. Ainsi la vie imaginale de *B. rufimanus* représente environ 75% de la durée du cycle (≈ 9 mois) ; elle correspond à la période la plus longue du cycle de la bruche.

3. Dégâts causés par *B. rufimanus*

Si l'on s'intéresse aux dégâts causés par la bruche, les spécimens adultes ne vivent que pendant quelques jours. Ils apprécient le pollen et ne causent pas de dommages importants. Par contre, ce sont surtout les larves qui s'incrument dans les grains. Celles-ci laissent un trou de forme circulaire reconnaissable entre mille. Les grains endommagés perdent leur qualité gustative (Hamami, 2007).

B. rufimanus est sensible aux conditions météorologique, les périodes sèches et chaudes lui sont favorables (Berne et Dardy, 1987) raison pour laquelle, ses dégâts sont plus importants sur les fèves et fêveroles de printemps (Taupin, 1985).

3.1 Pertes pondérales

La perte pondérale se traduit par la réduction du poids et du volume des graines attaquées par les insectes pour s'en nourrir (Fleurat-Lessard, 2011). En effet, les pertes moyennes en poids sec des cotylédons sont évaluées à 2,84% avec un seul adulte par graine, 5,87% avec deux adultes par graine, 8,27% avec trois adultes par graine et à 14,5% avec cinq adultes par graine (Boughdad, 1994 et 1996).

3.2 Pertes de germination

Il semble que Hoffman et Labeyrie (1962) le pouvoir germinatif des grains est fortement diminué par les graines larvaires. Mejdoub-Bensaad (2007) rapporte que le taux de germination diminue au fur et à mesure que le nombre de bruche par graine augmente. Il serait de l'ordre de 84% pour les graines avec une bruche, 76% pour les graines avec 2 bruches et 58% pour les graines avec 3 bruches.

3.3 Dépréciation des graines

B. rufimanus provoque la dépréciation gustative des graines de *V.faba* (Boughdad, 1994). En plus, ces dégâts gênent considérablement la vente du produit car les graines sont tachetées par des opercules causés par la bruche. La partie de l'albumen des graines attaquée par ce coléoptère est détruite après le développement des larves et les graines fortement endommagées se délitent (Fleurat-Lessard, 2011).

Trou de sortie des bruches



Figure 5 : Image montrant les dégâts causés par *B.rufimanus* sur les graines de *V.faba*.

4. Technique de protection

La bruche attaque principalement la graine. Si l'attaque survient durant la culture, il est indispensable de garder un œil sur les graines.

Face à l'ampleur des dégâts causés par les bruches, plusieurs techniques sont utilisées pour éradiquer le fléau ou maintenir le niveau des attaques à un seuil économiquement acceptables.

4.1 Lutte chimique

Selon Balachawsky (1962), en absence de toute possibilité de traitement, la lutte chimique paraît nécessaire. Elle est indispensable pour contrôler efficacement les dégâts de la bruche de la fève au champ.

Peu de produits sont efficaces et il faut protéger les abeilles, car celles-ci sont nécessaires à la pollinisation des fèves et fèveroles. Deux produits sont largement utilisés : Karate Xpress 0,125 Kg et Talsterflo 0,125 L.

Dupont (1990) préconise deux traitements d'insecticides au cours de la phase de fructification. Ces traitements pratiqués par pulvérisation des pyréthrinoides et d'endosulfan permettent un contrôle très efficace des populations de *B. rufimanus* (les pertes en graine étant alors inférieures à 10%).

Les bruches adultes sont tellement mobiles qu'il est préférable d'intervenir sur toutes les parcelles, en même temps, dans une région donnée (Cailliez, 2005).

4.2 Lutte préventive

Cette technique a pour objectif de réduire l'infestation des gousses au champ. Il s'agit de techniques culturales qui consistent en un ramassage des gousses à un stade phénologique précoce. Selon Lienard et Seck (1994), les associations culturales entre céréale et une légumineuse peuvent limiter la contamination des gousses de légumineuses par les *Bruchidae*. Il y a aussi le cerclage des cultures et la rotation qui empêche le développement de foyers d'infestation.

4.3 Lutte curative

Le stockage au dessus du feu est une bonne méthode de lutte contre les bruches. L'utilisation de la cendre empêche la rentrée des adultes dans les stocks et réduit aussi bien l'oviposition que les émergences, en emprisonnant les adultes dans les cellules pupales (Lienard et Seck, 1994).

Le stockage hermétique permet de tuer les insectes par asphyxie, cette méthode consiste à entreposer les graines dans des récipients hermétiques à l'air. Au bout d'un certain temps l'oxygène est consommé par les graines et les ravageurs en vie vont mourir par manque d'oxygène au bout de quelques heures, cela favorise aussi l'augmentation des gaz carboniques.

4.4 Lutte physique

La méthode physique consiste à éliminer directement les ravageurs par modification de leur environnement qui leur devient hostile. Selon Kumar (1991), les températures de l'ordre de 45°C sont létales pour ces insectes.

Serpeille (1991) indique que des traitements expérimentaux ont provoqué la destruction des bruches au niveau du stock : irradiation ultraviolet hautes températures (supérieures à 35°C), basses températures (inférieure à 9°C).

4.5 Lutte biologique

Le principe de cette méthode de lutte consiste à introduire dans le milieu de vie des ravageurs un prédateur, un parasitoïdes ou un microorganisme pathogène pour contrarier leur développement.

Selon Balachowsky (1945) et Mejdoub-Bensaad (2007), les ennemis naturels de la bruche de la fève sont peu nombreux, il cite *Sigalphus pallipes* Nees, *Sigalphus thoracicus* Curt, *Chremylus ribiginosus* Nees (Hymenoptera : Braconidae), *Triaspis similis* Szelp.

D'après Boughdad (1994), ce sont les parasitoïdes qui exercent l'impact régulateur le plus fort. *Sigalphus thoracicus* Curt est considéré comme le *Braconidae* qui occasionne les plus fortes mortalités chez les larves comme chez les nymphes.

MATERIEL ET METHODES

Notre travail porte sur - la caractérisation morphologique des graines de 66 populations locales de fève, févrette et féverole - l'étude de l'effet du génotype sur certaines caractéristiques morphologiques de la graine et sur le taux d'infestation des graines par les bruches.

1. Site expérimental

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 centre 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.

2. Matériel végétal :

Nous avons étudié 66 échantillons de semences de la récolte de la campagne agricole 2014 à 2015, avec :

- TM Trois témoins (variétés) sont étudiés
- TM Soixante trois populations locales qui ont été collectées dans de principales régions de culture de la fève, févrette et féverole (figure 6).

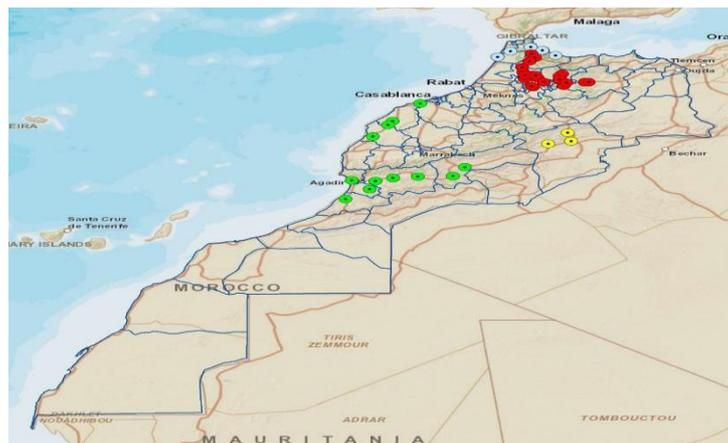


Figure 6 : Carte géographique montrant les zones de collecte des populations de la fève, févrette et féverole.

● Juin 2012 ● Novembre 2013 ● Juillet 2013 ● Mai 2014

3. Paramètres biologiques étudiés

3.1. Paramètres morphologique de la graine

La liste des descripteurs de *Vicia faba L.* à laquelle nous sommes intéressés lors de la caractérisation des graines des 66 échantillons étudiés est détaillée ci-dessous.

TM *Longueur, largeur et épaisseur des graines*

Les mesures ont été effectuées sur la base de 10 graines par population à l'aide du pied à coulisse avec une précision de 0,01mm (Figure 7,8).



Figure 7 : Pied à coulisse utilisé dans nos mesures.

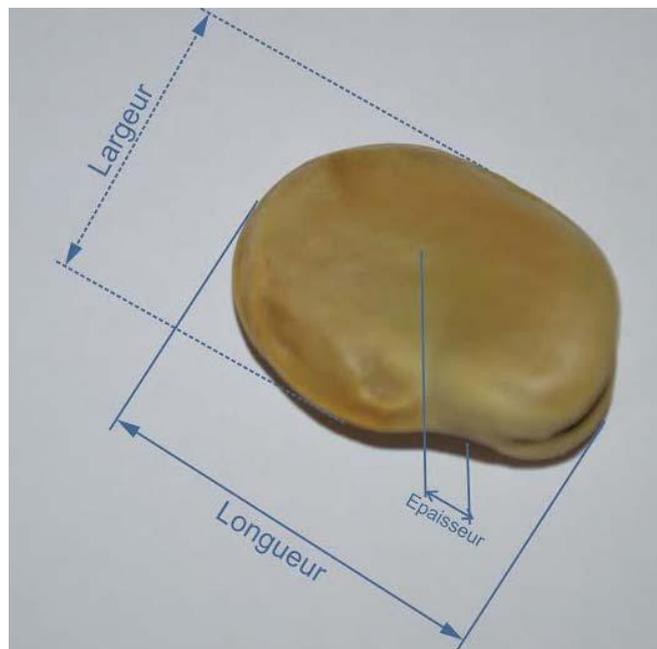


Figure 8 : Schéma montrant les différentes parties mesurées de la fève.

La sphéricité (Φ) et le diamètre géométrique (Dg) ont été calculés à partir de la longueur, la largeur et l'épaisseur, selon les formules suivantes (Altuntas et Yildiz, 2007) :

$$Dg = (\text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{épaisseur})^{1/3}$$

$$\Phi = \frac{(\text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{épaisseur})^{1/3}}{\text{longueur}} * 100$$

NB. Il est à signaler que, pour la fève, la sphéricité décroît, alors que le Dg augmente.

Contrairement à la féverole où la valeur de la sphéricité augmente et celle de Dg diminue.

TM Poids de la graine

Ce poids a été calculé sur la base de 20 graines par population, répété trois fois.

3.1 Paramètres morphologique de la graine

TM Couleur du hile

- 1 : Noir
- 2 : Incolore
- 3 : Autre
- X : Mixte

TM Forme de la graine

- 1 : Aplatie
- 2 : Angulaire
- 3 : Rond
- X : Mixte

TM Couleur de la graine

- 1 : Noir
- 2 : Marron foncé
- 3 : Marron clair
- 4 : Vert foncé
- 5 : Vert clair
- 6 : Rouge
- 7 : Violet
- 8 : Jaune
- 9 : Blanc
- 10 : Gris
- 11 : Autre
- X : Mixte

3. 3. Degré d'infestation par les bruches

Pour le calcul du degré d'infestation, des différentes populations de graines de fèves par *Bruchus rufimanus*, nous avons comptabilisé le nombre de pontes et le nombre de pics (trous) observés sur la graine. Ce comptage a été réalisé sur 20 graines pour chaque population.(Figure 9, 10)



Figure 9 : Image montrant une fève infestée par *Bruchus rufimanus*.

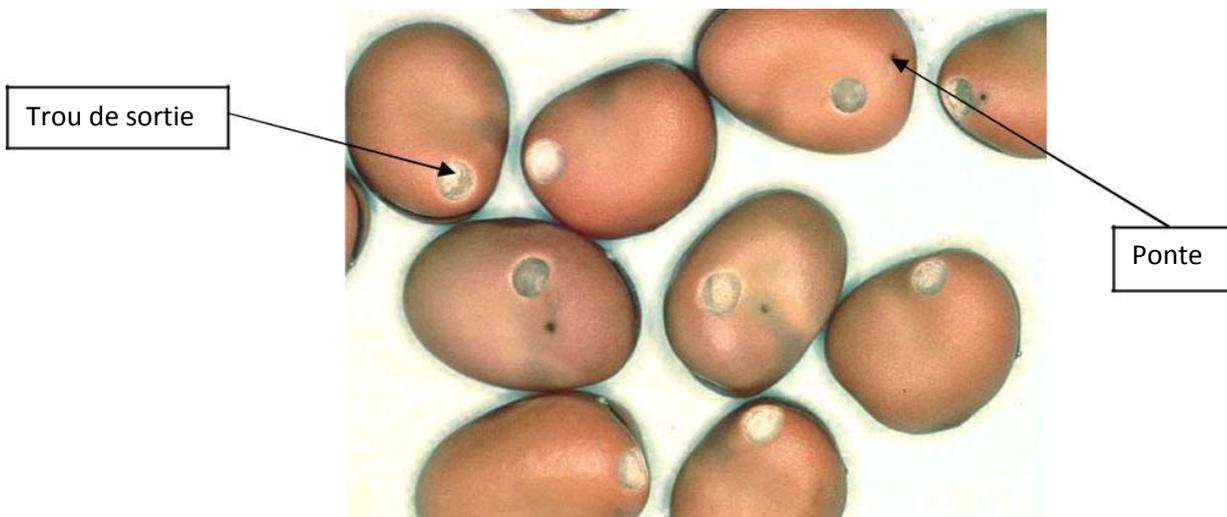


Figure 10 : Image des graines montrant des pics et des pontes effectués par les bruches.

I. ANALYSES DES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES DE LA GRAINE

1. Epaisseur moyenne, longueur moyenne, largeur moyenne et poids d'une graine

Les résultats des mesures effectuées sur les différents paramètres : longueur moyenne, largeur moyenne, épaisseur moyenne et le poids d'une graine des 66 populations étudiées sont représentés sur la figure ci-dessous.

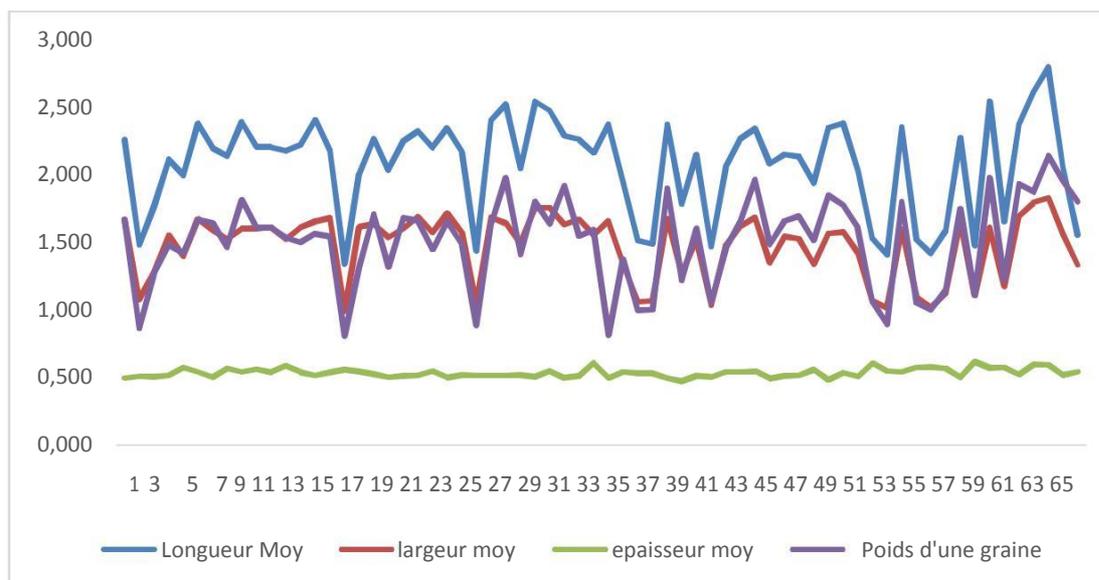


Figure 11 : Répartition des différents paramètres étudiés en fonction des populations.

Nous avons remarqué que l'évolution des différentes mesures prises des populations étudiées varie d'une manière relativement semblable. Les courbes suivent la même tendance, contrairement à l'épaisseur moyenne qui est presque constante.

Tableau 4: Tableau de corrélations entre les différents paramètres étudiés.

Variables de contrôle			Longueur moyenne	Largeur moyenne	Epaisseur moyenne	Poids d'une graine
Population	Longueur Moyenne	Corrélation	1,000	0,963	-0,155	0,854
		Signification (bilatérale)		0,000	0,218	0,000
	Largeur moyenne	Corrélation	0,963	1,000	-0,176	0,859
		Signification (bilatérale)	0,000		0,161	0,000
	Epaisseur moyenne	Corrélation	-0,155	-0,176	1,000	-0,151
		Signification (bilatérale)	0,218	0,161		0,229
	Poids d'une graine	Corrélation	0,854	0,859	-0,151	1,000
		Signification (bilatérale)	0,000	0,000	0,229	

2. Dg moyen, la sphéricité moyenne, et le poids d'une graine

Le poids moyen de toutes les populations (fève, févettes, et fêveroles) est de :

1,507g. La figure 12 montre que le poids d'une graine varie de 0,807g à 2,140 g.

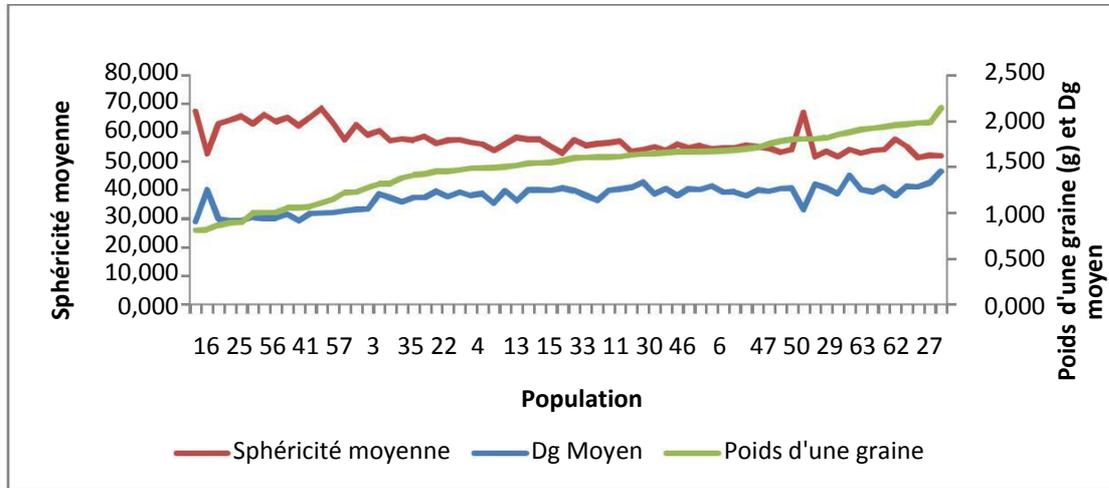


Figure 12 : Répartition de la sphéricité moyenne, le Dg moyen, et le poids d'une graine selon les populations

Nous avons remarqué que de la sphéricité moyenne diminue quand le poids de la graine augmente, contrairement au Dg qui varie dans le même sens avec le poids d'une graine.

Le Dg et le poids d'une graine varient dans le sens opposé avec la sphéricité (figure 12). Nos résultats sont en accord avec ceux du Altunas et Yildiz, (2007), qui ont montré que pour la fève la sphéricité décroît et Dg augmente. Alors que pour la féverole, la valeur de la sphéricité augmente et celle de Dg diminue.

Les corrélations nous indiquent les mêmes résultats observés sur la figure 12 à savoir :

- La sphéricité est négativement corrélée au poids d'une graine ;
- Le diamètre géométrique est positivement corrélé au poids d'une graine.
- La sphéricité moyenne et le diamètre géométrique sont négativement corrélés (Tableau 5).

Tableau 5 : Tableau de corrélations entre le Dg Moyen, sphéricité moyenne et poids d'une graine

Variables de contrôle			Dg Moyen	Sphéricité moyenne	Poids d'une graine
Population	Dg Moyen	Corrélation	1,000	-0,877	0,854
		Signification (bilatérale)		0,000	0,000
	Sphéricité moyenne	Corrélation	-0,877	1,000	-0,797
		Signification (bilatérale)	0,000		0,000
	Poids d'une graine	Corrélation	0,854	-0,797	1,000
		Signification (bilatérale)	0,000	0,000	

3. Régression linéaire entre la longueur moyenne et la largeur moyenne

La relation entre la longueur et la largeur apparait linéaire, elle est représentée par la droite de régression suivante: **longueur = 1,451 * largeur -0,067.**

Avec $R^2= 0,926$ (Tableau 6).

Tableau 6: Tableau de la régression linéaire entre la longueur et la largeur.

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	test	Signification
	B	Erreur standard	Bêta		
1 (Constante)	-0,067	0,077		-0,872	0,387
largeur moyenne	1,451	0,051	0,962	28,203	0,000

a. Variable dépendante : Longueur moyenne

4. Régression linéaire entre la longueur et le poids de la graine

La relation entre la longueur et le poids d'une graine apparait aussi linéaire est représentée par l'équation de régression suivante: **longueur= 0,898*le poids d'une graine +0,726**

Avec $R^2= 0,684$ (Tableau 7).

Tableau 7: Tableau de la régression linéaire entre la longueur et le poids d'une graine.

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	test	Signification
	B	Erreur standard	Bêta		
1 (Constante)	0,726	0,118		6,173	0,000
Poids d'une graine	0,898	0,076	0,827	11,776	0,000

a. Variable dépendante : Longueur moyenne

5. Régression linéaire entre la largeur et le poids de la graine

Régression linéaire entre la largeur et le poids d'une graine est représentée par l'équation de la droite suivante : **largeur= 0,587*le poids d'une graine +0,594**

Avec $R^2= 0,665$ (Tableau 8).

Tableau 8: Tableau de la régression linéaire entre la largeur et le poids d'une graine.

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	test	Signification
	B	Erreur standard	Bêta		
1 (Constante)	0,594	0,080		7,405	0,000
Poids d'une graine	0,587	0,052	0,816	11,274	0,000

a. Variable dépendante : largeur moyenne

II. ANALYSES DES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DE LA GRAINE

1. Couleur du hile

La couleur du hile montre que toutes les populations étudiées ont un hile noir.

2. Forme de la graine

Le caractère graine aplatie (classe 1) a été observé sur 44 populations parmi 66, 10 populations avec graines rondes représentées par la classe 3 et enfin la classe X qui regroupe des graines mixtes a été notée pour 12 populations (figure 13).

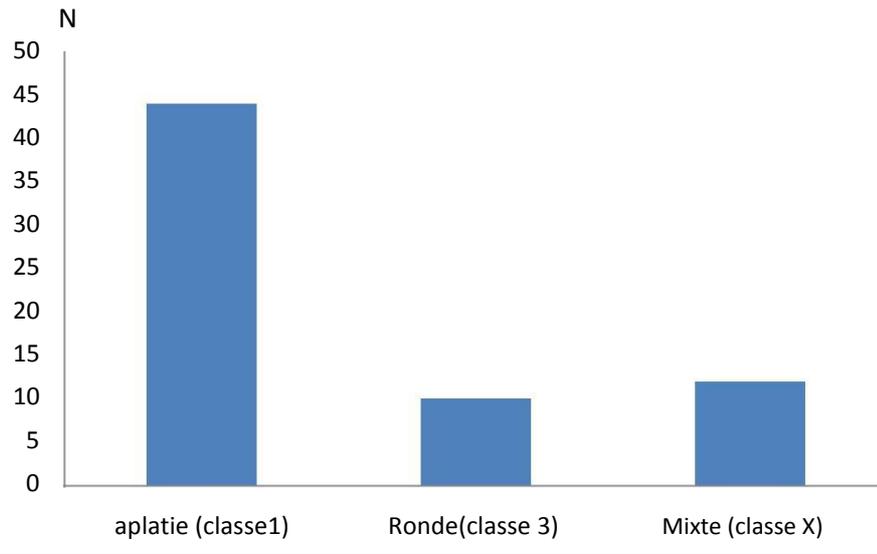


Figure 13 : Répartition des 66 populations étudiées en fonction de la forme de la graine.

3. Couleur de la graine

Le caractère mixte (classe X) a été observé sur 50 populations parmi 66. Les couleurs marron clair (classe 3) et vert clair (classe 5) n'ont été notés que pour 8 populations pour chaque couleur (figure 14).

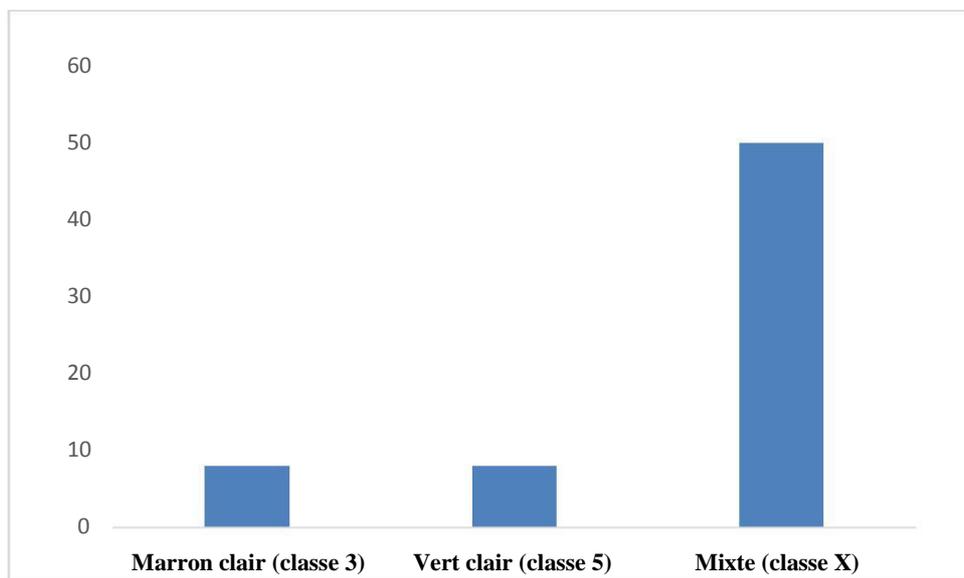


Figure 14 : Répartition des 66 populations étudiées en fonction de la couleur de la graine.

III. ANALYSE DU DEGRE D'INFESTATION PAR LES BRUCHES

Les résultats obtenus ont montré que le taux d'attaque par les bruches varie en fonction des populations étudiées (Figure 15, Tableau 8).

Quant au poids des graines, il varie d'une manière semblable pour toutes les populations.

Par contre, nous avons remarqué qu'il n'y a pas une relation entre le nombre d'attaque et le poids d'une graine.

Donc ce n'est pas le poids de la graine ou sa masse qui conditionne l'attaque des bruches.

Comme déjà citée dans la partie bibliographique, l'attaque des bruches se manifeste au champ et débute pendant la phase de floraison.

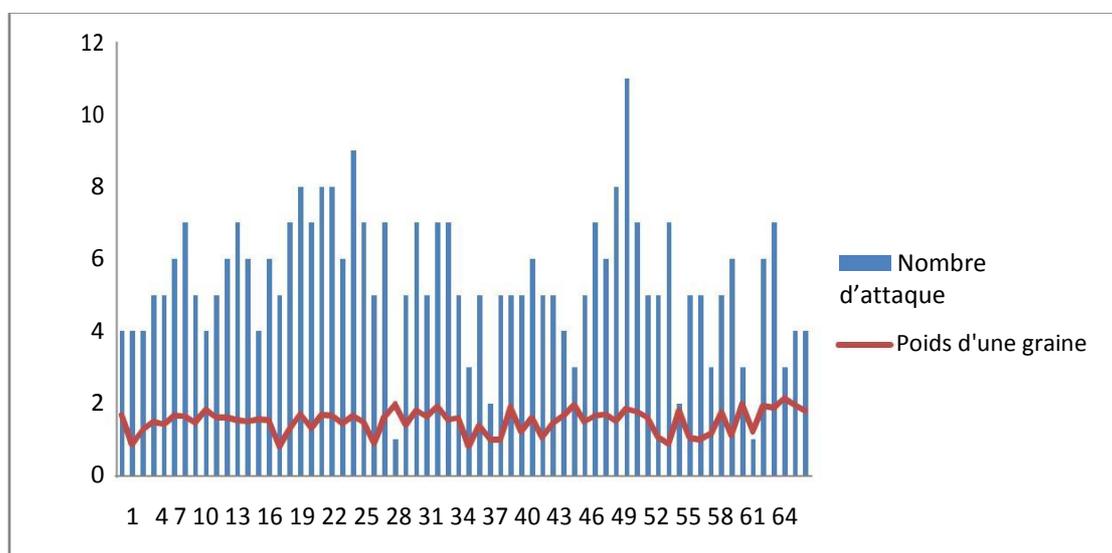


Figure 15 : Nombre d'attaques et le poids d'une graine.

Tableau 8 : Corrélation entre le nombre d'attaque et le poids d'une graine.

Corrélations			
Variables de contrôle			Attaquées
Populations	Attaquées	Corrélation	1,000
		Signification (bilatérale)	
	Poids d'une graine	Corrélation	0,145
		Signification (bilatérale)	0,249

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 nombreuses contraintes abiotiques comme les variations climatiques et biotiques, comme les maladies cryptogamiques et l'orobanche.

L'utilisation d'un matériel local peu performant et sensible à tout type de contraintes, même l'érosion des ressources génétiques, demeurent les principaux fléaux menaçant cette culture dans notre pays. Afin de surmonter ces menaces, les ressources génétiques de *Vicia faba*L. doivent être collectées et caractérisées en premier lieu avant d'être proposées pour être intégrées dans un programme d'amélioration génétique.

Des populations locales de fève, féverole et févrette ont été collectées de 2012 à 2014 des différentes régions de Maroc. La caractérisation et l'évaluation des graines a permis de décrire ces populations, d'estimer le degré de corrélation et de variabilité de leurs caractéristiques.

Les résultats de cette étude nous sera d'une grande importance dans l'enrichissement de la base de données concernant ces populations. Elle servira de base pour le travail d'amélioration.

La collecte du germoplasme de *Vicia faba*L. devra être poursuivie dans d'autres régions du Maroc, afin de couvrir une plus grande diversité génétique de ces populations. En effet, vu que le Maroc est considéré comme l'un des principaux centres de diversité de *Vicia faba* L., nous sommes encore loin d'avoir collecté un maximum de la variabilité existante.

En se référant à la base de données, l'améliorateur pourra retenir les populations pouvant être intéressantes pour atteindre ses objectifs et puis, par la suite, les tester dans les zones agro-écologiques visées par son programme. De l'autre côté, le responsable de la banque des gènes pourra regrouper les populations en un ensemble de groupes plus réduit, constituant ainsi la collection de base et qui représente toute la variabilité. Ceci permettra de réduire les coûts liés au stockage et au maintien des populations collectées sans perte de variabilité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Altuntas E. et Yilzid M., 2007. Effect of moisture on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains. *Journal of Food Engineering* 78 (2007) 174-183.
- Balachowsky A. S., 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed Mason et Cies, Tome I, Vol I, 564p.
- Berne J. J. et Dardy J.M., 1987. La bruche sur féverole : un ravageur bien difficile à mairiser, phytoma, défense des cultures N°338, pp 30-32.
- Boughdad A., 1994. Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833 sur *Vicia faba* au Maroc : Thèse d'Etat en Sciences, N° : 3628, Université de Paris, Orsay, France, 182 p.
- Boughdad A., 1996. *Bruchus rufimanus*, un insect ravageur des graines de *V. faba* L., au Maroc. Réhabilitation of faba bean. Ed Actes, pp 179-184.
- Cailliez B., 2005. La lutte contre la bruche de la féverole. *La France Agricole*. N°3109.
- Casari S. A. et Teixeira E.P., 1997. Description and bioecological notes of final larval instar of some seed beetles (Coleoptera : Bruchidae). *Annales de la société entomologique de France* Vol 33, N°3, pp295-323.
- Dupont P., 1990. Contribution à l'étude des populations de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH). Analyse des relations spatio-temporelles entre la bruche et sa plante hôte. Thèse de doctorat d'état Université de Tours, 168p.
- Fatemi, Z. 1996. Situation de la Culture des Fève au Maroc. In: *Rehabilitation of Faba Bean*. Bertenbreiter W .and M. Sadiki (Eds.), 33-38.
- Fleurat-Lessard F., 2011. Les stratégies de lutttes chimiques en pré et post-récolte en Afrique. In HUIGNARD et al., *Insectes ravageurs des grains de légumineuses. Biologie des Bruchidae et lutte en Afrique*. Ed. Qu, Paris ? 145p.
- Girard, C. 1983. Féverole. *Techniques agricoles*. 2213. Encyclopédie : pp.1-7.
- Guignard, J.L. 1989. *Abrégés de botaniques*, 5ème édition: pp .173-176.
- Hoffman A., et Labeyrie V., 1962. Sous famille des Bruchidae in Balachowsky A.S., *Entomologie appliquée à l'agriculture. Coléoptère, Volume I, Tome I*, Ed Masson et Cie .
- Hoffman A., 1945. *Faune de France : Coléoptères bruchides et anthribides*. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. 187 p.
- IBPGR, ICARDA, 1985. *Faba bean descriptors*. IBGPR Secretariat Rome (Eds).

- Le Guen, J., and G. Duc. 1992. La féverole. In «Amélioration des espèces végétales cultivées», Gallais A., Bannerot H. (Eds.) : 189-203.
- Lienard V. et Seck D., 1994. Revue des méthodes de lutttes contre (*Collosorbruchus maculatus*) (F) (Coleoptera : Bruchidae). Ravageur des graines de niébé (*Vigna unguiculata*) (L) en Afrique Tropical, Insect S c i. 5(«), pp301-311
- Mabsoute, L. 1988. Distribution et importance des principaux parasites et maladies des cultures de fève et de pois chiche au Maroc. Rapport de prospections, INRA-ICARDA : 36p
- Mejdoub Bensaad, 2007. Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH. 1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, U.M.M.T.O., 126p.
- Mesquida, J., J. le Guen, J. N. TaseI, S. Carre and G. Morin. 1990. Modalités de la pollinisation chez deux lignées de féverole de printemps (*Vicia faba* L., var *equina* Steudel). Effets sur les couleurs, de la productivité et les taux: de croisements. Apidologie, 21: 511-525pp
- Muratova, V., 1931. Common beans (*Vicia faba* L.) suppl. 50th to bulletin of applied botany of genetics and plant breeding: 1-298.
- Quantin M., 1861. Bulletin de la société des sciences historiques et naturelles. V 15, P.234
- Sadiki M. 1996. Ressources génétiques des légumineuses alimentaires au Maroc. p. 55-60. In Rehabilitation of Faba Bean. Berntenbreiter W., M. Sadiki (eds).
- Sadiki, M. 1985. Collecte des populations locales des légumineuses alimentaires au Maroc. Rapport de mission de collecte. IAV Hassan II, DAAP, Rabat.
- Serpeille A., 1991. La bruche du haricot : un combat facile ; bulletin. F.N.M.S N°116, pp 32-54.
- 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.
- Taupin P., 1985. Les ravageurs de la féverole. Phytoma Def, cult, pp 43-45.

Annexes:

Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,962 ^a	0,926	0,924	0,098076

a. Prédicteurs : (Constante), largeur moy

ANOVA^a

Modèle	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1 Régression	7,651	1	7,651	795,381	,000 ^b
Résidu	0,616	64	0,010		
Total	8,266	65			

a. Variable dépendante : Longueur Moy

b. Prédicteurs : (Constante), largeur moy

Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,827 ^a	0,684	0,679	0,201950

a. Prédicteurs : (Constante), Poids d'une graine

ANOVA^a

Modèle	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1 Régression	5,656	1	5,656	138,684	,000 ^b
Résidu	2,610	64	0,041		
Total	8,266	65			

a. Variable dépendante : Longueur Moy

b. Prédicteurs : (Constante), Poids d'une graine

Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,816 ^a	0,665	0,660	0,137858

a. Prédicteurs : (Constante), Poids d'une graine

ANOVAa

Modèle	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1 Régression	2,415	1	2,415	127,094	,000 ^b
Résidu	1,216	64	0,019		
Total	3,632	65			

a. Variable dépendante : largeur moy

b. Prédicteurs : (Constante), Poids d'une graine