

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE NORMALE SUPERIEURE

EPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE

CENTRE D' ETUDES ET DE RECHERCHES

SCIENCES NATURELLES

MEMOIRE EN VUE DE L 'OBTENTION DU CERTIFICAT

D 'APTITUDE PEDAGOGIQUE DE L' ECOLE NORMALE

(C. A .P. E. N)

ETUDE EN LABORATOIRE DE COMPORTEMENT DE QUELQUES VARIETES DE
Phaseolus vulgaris L., IL5 (50-1), IL5 (50-7), IL5 (56-1), IL5 (56-4), RJ2 ET LB
VIS-A-VIS DE *Acanthoscelides obtectus* (Say)

Presente par :

ANDRINIAINA Harivola Patrick

Date de sotenance : 31 Mars 2006

LES MEMBRES DE JURY DU MEMOIRE DE

Monsieur ANDRINIAINA Harivola Patrick

PRESIDENT : Monsieur RAKOTONDRADONA Rémi
Ph. D en Microbiologie
Maître de Conférence à l'ENS
Directeur des Etudes à l'ENS.
Université d'Antananarivo

JUGE : Madame RAZAFIARIMANGA Zara Nomentsoa
Maître de Conférence à l'ENS
Enseignant chercheur à la Faculté des Sciences
Université d'Antananarivo

DIRECTEUR : Madame RABOTOVAO Laurence
Doctorat de 3^{ème} Cycle des Sciences Biologiques Appliquées
Maître de Conférences à l'ENS
Chef C.E.R. Sciences Naturelles à l'ENS.

RAPPORTEUR : Monsieur VELOMBOLA Second Modeste
Agronome, Environnementaliste, Entomologiste
Chercheur auprès du FOFIFA/MENRS

REMERCIEMENTS

Ce mémoire n'a pas pu voir le jour sans le soutien de Dieu, la collaboration et l'appui de nombreuses personnes.

J'adresse ici mes sincères remerciements à :

- Monsieur le président, Docteur RAKOTONDRADONA Rémi qui a accepté de présider ce mémoire malgré ses nombreuses responsabilités

- Madame le juge, Docteur RAZAFIARIMANGA Zara Nomentsoa qui, malgré ses nombreuses occupations, m'a fait présider le jury de ce mémoire.

- Madame le directeur, Docteur RABOTOVAO Laurence, qui, sans cesse, cherche toujours à l'amélioration de notre travail.

- Monsieur le rapporteur, Chercheur VELOMBOLA Second Modeste, qui m'a donné des conseils et m'a dirigé à la réalisation de ce mémoire.

Tout l'ensemble des enseignants de l'ENS car sans eux aucune formation n'est acquise au sein de cette école.

A toutes les personnes, qui, de loin ou de près, m'ont aidé ou participé à la réalisation de ce mémoire.

A la promotion SANTATRA, à l'UENNA.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Valeurs énergétiques du haricot sec.....	8
Tableau II: Production mondiale de haricot (millions de tonnes).....	10
Tableau III: Production de haricot à Madagascar (tonnes).....	11
Tableau IV: Surfaces cultivées en haricot à Madagascar (ha).....	12
Tableau V: Rendements de haricot à Madagascar (t/ha).....	12
Tableau VI: Exportation mondiale de haricot sec (millions de tonnes).....	13
Tableau VII: Importation mondiale de haricot sec (millions de tonnes).....	13
Tableau VIII: Importation de haricot par Madagascar (tonnes).....	14
Tableau IX: Exportation de haricot par Madagascar (tonnes).....	15
Tableau X: Durée d'incubation en fonction de la température et de l'humidité relative....	24
Tableau XI: Disposition des boîtes.....	25
Tableau XII: Exemple de présentation des résultats.....	29
Tableau XIII: Présentation du tableau d'analyse de la variance.....	31
Tableau XIV: Nombre de nymphes.....	32
Tableau XV: Tableau d'analyse de la variance du nombre de nymphe.....	34
Tableau XVI : Comparaison deux à deux (nymphe).....	34
Tableau XVII: Nombre de graines présentant des nymphes.....	35
Tableau XVIII: Tableau d'analyse de la variance de nombre de graines présentant des nymphes.....	36
Tableau XIX : Comparaison deux à deux (grains à nymphe).....	37
Tableau XX: Nombre des adultes émergeantes.....	37
Tableau XXI: Tableau d'analyse de la variance du nombre des adultes émergeantes.....	39
Tableau XXII: Nombre de trous de chaque variété.....	39
Tableau XXIII: Tableau d'analyse de la variance du nombre de trous.....	40
Tableau XXIV: Nombre des graines présentant des trous.....	41
Tableau XXV: Tableau d'analyse de la variance du nombre des graines à trous.....	42
Tableau XXVI: Perte en poids (%).....	43
Tableau XXVII: Transformation en Asinh : valeur initiale en pourcentage.....	44
Tableau XXVIII: Tableau d'analyse de la variance des pertes en poids.....	45
Tableau XXIX: Récapitulations des différentes moyennes.....	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Aspect de la graine de <i>Phaseolus vulgaris</i> (x1).....	5
Figure 2: Aspect de graine de <i>Phaseolus acutifolius</i> (x1).....	5
Figure 3: Aspect de la graine de <i>Phaseolus coccineus</i> (x1).....	5
Figure 4: Aspect de la graine de <i>Phaseolus lunatus</i> (x0,5).....	6
Figure 5: Aspect de la graine de <i>Phaseolus polyanthus</i> (x1).....	6
Figure 6: Structure externe de la graine de haricot (x2,5).....	7
Figure 7: Structure interne de la graine de haricot (x2,5).....	7
Figure 8: Adulte de <i>Acanthoscelides obtectus</i> (x25).....	16
Figure 9: Pygidiums chez le mâle et la femelle de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	17
Figure 10: Étapes de développement de l'insecte (x5).....	18
Figure 11: Graines de haricot contenant des trous et des insectes (x2).....	21
Figure 12: Nombres moyens des nymphes.....	33
Figure 13: Nombres moyens des graines à nymphe.....	36
Figure 14: Nombres moyens des adultes par variété.....	38
Figure 15: Nombres moyens des trous.....	40
Figure 16: Graines présentant des trous.....	42
Figure 17: Pertes en poids.....	45

ABREVIATIONS

BDPA : Bureau pour le Développement de la Plaine d'Antananarivo

CEEMAT : Centre d'Etudes et d'Expérimentations des Machinismes Agricoles Tropicaux

CIAT : Centro Internacional de Agricultura Tropical

ddl : degré de liberté

DPV : Direction des Protections des Végétaux

ENS : Ecole Normale Supérieure

FOFIFA : Foibem-pirenena momba ny Fikarohana Ampiharina amin'ny Fampanandrosoana ny Ambanivohitra

MCE : Moyenne des carrées due à l'erreur

MCF : Moyenne des carrées due au facteur

MINESEB : Ministère de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base

ppds : *plus petite différence significative*

SANTATRA : Solidarité Amitié des Naturalistes Toujours Assidus aux TRAvails.

SCE : Somme des carrées due à l'erreur

SCF : Somme des carrées due au facteur

SCT : Somme des carrées totale

SSA : Service de la Statistique Agricole

UENNA : Union des Etudiants Naturalistes Normaliens d'Antananarivo.

UERP : Unité d'Etudes et de Recherches Pédagogiques

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE I : « haricots secs a la tomate » (recette)
- ANNEXE II : Calcul permettant d'avoir le tableau d'analyse de la variance (nymphes)
- ANNEXE III : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (grain à nymphe)
- ANNEXE IV : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (adultes émergentes)
- ANNEXE V : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (trou)
- ANNEXE VI : Calcul des moyennes et les sommes du tableau d'analyse de la variance (grain à trous)
- ANNEXE VII : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (perte en poids)
- ANNEXE VIII : calcul de ppds
- ANNEXE IX : Table de Fischer – Snedeco
- ANNEXE X : Table de STUDENT

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
1. GENERALITES.....	3
1.1. Généralités sur le haricot.....	3
1.1.1. Taxonomie.....	3
1.1.2. Descriptions des graines de haricot.....	4
a) Aspect des graines de quelques espèces cultivées	4
b) Structure de la graine de haricot	7
1.1.3. Valeurs nutritives et énergétiques du haricot.....	8
1.1.3.1. Valeurs nutritives.....	8
1.1.3.2. Valeurs énergétiques.....	8
1.1.4. Différentes utilisations du haricot.....	9
1.1.4.1. Utilisation gastronomique.....	9
1.1.4.2. Utilisation thérapeutique.....	9
1.1.5. Production des haricots secs.....	10
1.1.5.1. Production mondiale.....	10
1.1.5.2. Production à Madagascar.....	11
1.1.6. Surface cultivée en haricot à Madagascar.....	11
1.1.7. Rendement du haricot à Madagascar.....	12
1.1.8. La commercialisation du haricot	13
a) Commerce mondial.....	13
a1) Exportation.....	13
a2) Importation.....	13
b) La commercialisation à Madagascar.....	14
b1) Importation.....	14
b2) Exportation.....	14
1.2. Généralités sur <i>Acanthoscelides obtectus</i>	15
1.2.1. Taxonomie.....	15
1.2.2. Morphologie.....	16
1.2.3. Cycle de développement et reproduction.....	17
1.2.4. Aire de répartition.....	19
1.2.5. Lutte contre <i>Acanthoscelides obtectus</i>	19
1.2.6. Dégâts causés par les bruches de haricots	20
2. MATERIELS ET METHODES.....	22
2.1. Matériels.....	22
2.1.1. Matériels physiques.....	22
2.1.2. Matériels biologiques.....	22
2.1.2.1. Variétés de <i>Phaseolus vulgaris</i> utilisées.....	22
a) Caractéristiques.....	22
b) Acquisition et conservation.....	23
b1) Acquisition.....	23
b2) Conservation.....	23
2.1.2.2. Espèce d'insecte utilisée.....	23
a) <i>Acanthoscelides obtectus</i>	23
b) Elevage et infestation.....	24
b1) Elevage.....	24
b2) Infestation.....	25
2.2. Méthodes.....	26
2.2.1. Comptages et mesures de perte en poids.....	26
a) Comptage des nymphes.....	26

b) Comptage des graines infestées des nymphes.....	26
c) Comptage des adultes émergeantes.....	27
d) Comptage des trous.....	27
e) Comptage des graines présentant des trous.....	27
f) Mesures de perte en poids.....	28
2.2.2. Traitement des données.....	28
2.2.2.1. Commentaires des différentes moyennes.....	28
2.2.2.2. Analyse de la variance.....	29
3. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	32
3.1. Résultats et discussions sur le nombre de nymphes.....	32
3.1.1. Résultats.....	32
3.1.2. Discussions.....	33
3.2. Résultats et discussions sur le nombre de graines présentant des nymphes.....	35
3.2.1. Résultats.....	35
3.2.2. Discussions.....	35
3.3. Résultats et discussions sur le nombre des adultes.....	37
3.3.1. Résultats.....	37
3.3.2. Discussions.....	37
3.4. Résultats discussions sur le nombre de trous.....	39
3.4.1. Résultats.....	39
3.4.2. Discussions.....	39
3.5. Résultats et discussions du nombre des graines trouées.....	41
3.5.1. Résultats.....	41
3.5.2. Discussions.....	41
3.6. Résultats et discussions sur les pertes en poids.....	43
3.6.1. Résultats.....	43
3.6.2. Discussions.....	44
4.1. Biologie végétale.....	47
4.1.1. Classification de la plante de haricot.....	47
4.1.2. Conséquence de la double fécondation.....	48
4.2. Biologie animale.....	49
4.2.1. Classification de l'animal Acanthoscelides obtectus.....	49
4.2.2. Exemple de développement d'un insecte.....	50
4.2.3. Alimentation rationnelle.....	50
4.3. Biométrie.....	53
4.3.1. Historique du programme de l'hérédité et génétique de la classe de terminale.....	54
4.3.2. Fiche pédagogique : NOTION DE VARIATION.....	54
4.3.2.1. Les fluctuations.....	54
4.3.2.2. Les paramètres caractéristiques d'une distribution.....	54
CONCLUSION GENERALE.....	56
BIBLIOGRAPHIE.....	56
BIBLIOGRAPHIE.....	57
ANNEXES	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La majorité de la population malgache sont des agriculteurs qui pratiquent surtout la culture du riz, du haricot, d'arachide, du maïs, du blé, de la patate douce et du manioc suivant la région. Quand les produits provenant de ces cultures sont en quantité suffisante l'exportation est possible. Madagascar a exporté du haricot depuis la période coloniale [12]. Aujourd'hui les chercheurs font toujours des efforts pour avoir des bonnes variétés destinées à l'exportation [11]. Comme partout dans le monde, le haricot possède son historique à Madagascar, il existait depuis neuf mille ans aux Andes du Sud et sept mille ans à la Mésoamérique. Sa répartition dans les autres parties du monde a lieu après la découverte de l'Amérique [8]. L'espèce fut introduite en Afrique vers XVI^e siècle [2]. Son apparition est assez récente à Madagascar, aux environs du XVII^e siècle. Ce qui explique son nom vernaculaire commun à Madagascar [19]. Elle fut apparue dans la partie Ouest puis dans la partie Sud et enfin au Sud - Ouest, dans la province du Toliary. Les variétés rencontrées au Centre et au Sud - Ouest provenaient soit de La Réunion, soit de l'Europe. Mais les variétés résistantes à la sécheresse proviennent de quelques groupes ethniques de l'Afrique tels que les groupes ethniques dits Silam et Makoa [19]. Le haricot se présente sous plusieurs formes et couleurs, avec de structure interne et externe égale. Le haricot est non seulement un aliment énergétique qui possède une valeur nutritive, mais aussi utilisé dans le domaine médical du fait de ses compositions biochimiques. La production du haricot est quasi mondiale. Pour que la production puisse satisfaire les besoins nationaux et internationaux, il faut avoir du haricot de très bonne qualité. Madagascar n'exporte pas seulement le haricot mais il introduit aussi une petite quantité de quelques variétés afin d'en étudier génétiquement leur caractères pour une meilleure production et pour avoir des variétés résistantes aux maladies et ravageurs.

C'est la FOFIFA qui s'occupe des études concernant la résistance aux maladies telles que : la rouille, l'anthracnose, la tâche anguleuse [33], la mosaïque commune du haricot, la

fonte de semis, la pourriture sèche de la racine, la fusariose. Et en plus des études sur les insectes ravageurs ont été déjà entamées, car la présence d'un seul insecte ravageur dans un lot à exporter entraîne le rejet de cette quantité donc il est nécessaire de lutter contre ces insectes et trouver des variétés plus productives dans le but d'améliorer le rendement de haricot à Madagascar. C'est pourquoi nous avons choisi d'étudier *Acanthoscelides obtectus* qui est un insecte ravageur de haricot en stock.

Notre mémoire qui s'intitule : «ETUDE EN LABORATOIRE DE COMPORTEMENT DE QUELQUES VARIETES DE *Phaseolus vulgaris* L., IL5 (50 – 1), IL5 (50 – 7), IL5 (56 – 1), IL5 (56 – 4), RJ2 ET LB VIS-A-VIS DE *Acanthoscelides obtectus* (Say)» a comme objectifs d'étudier le comportement des six variétés de haricot afin de voir leurs sensibilités vis-à-vis *Acanthoscelides obtectus*, et évaluer le dégât. Dans ce cas nous pourrions identifier les variétés de haricots plus tolérantes et par conséquent, conseiller les agriculteurs pour améliorer la quantité de leur production.

Pour la réalisation de notre travail, nous adoptons le plan suivant : en premier lieu les généralités sur le haricot et l'insecte ravageur, en second lieu les matériels et méthodes, puis les résultats suivis des interprétations et discussions.

1. GENERALITES

1. GENERALITES

Notre étude comporte la plante de haricot d'une part et l'insecte ravageur d'autre part. Chacun de ces deux matériels biologiques est étudié dans cette partie généralités. Nous avons deux sous parties bien distinctes : la sous partie sur le haricot et la sous partie sur l'insecte nuisible.

1.1. Généralités sur le haricot

1.1.1. Taxonomie

La classification est la suivante

REGNE	VEGETAL
SUPER EMBRANCHEMENT	PHANEROGAMES
EMBRANCHEMENT	ANGIOSPERMES
CLASSE	MAGNOLIOPSIDA
SOUS CLASSE	ROSIDAE
ORDRE	ROSALES
FAMILLE	FABACEAE
SOUS FAMILLE	PAPILIONOIDEAE
TRIBU	PHASEOLEAE
GENRE	<i>Phaseolus</i>
ESPECE	<i>Vulgaris L.</i>

Le genre *Phaseolus* comporte plusieurs espèces. A Madagascar, la plus rencontrée est l'espèce *Phaseolus vulgaris* puis l'espèce *Phaseolus lunatus*. Nous allons traiter ici l'espèce *P. vulgaris* qui comportent plus de trois cents variétés [1] [11].

Comment sont les morphologies internes et externes de ces haricots ?

1.1.2. Descriptions des graines de haricot

a) Aspect des graines de quelques espèces cultivées

Le genre *Phaseolus* comprend plusieurs espèces qui sont des espèces sauvages et des espèces cultivées. Parmi ces espèces cultivées on peut citer *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus acutifolius* et *Phaseolus polyanthus*

- *P. vulgaris*, possède plusieurs variétés de différentes couleurs, la taille des graines est très variable, le poids de 100 graines variant de 20 à 90 g (figure 1).

-*P. acutifolius* ou haricot tépari (figure 2), présente différente couleur selon les variétés, elle a une petite taille, le poids de 100 graines varie de 11 à 17 g, elle a une forme arrondie ou anguleuse ou ridée, avec un hile arrondi.

-*P. coccineus* ou haricot d'Espagne (figure 3), sa forme est lisse, le poids de 100 graines varie de 35 à 145 g, graine avec un hile allongé elliptique.

-*P. lunatus* ou haricot de Lima présente une gamme étendue de taille, de couleur et de forme. Elles sont aplanies. On a trois types de haricot de Lima (figure 4) :

Big Lima ou type à plus grosse graine, le poids de 100 graines varie de 55 g à 270g.

Sieva ou type à graine de taille moyenne, le poids de 100 graines varie de 25 à 70 g.

Potato ou type à plus petites graines, le poids de 100 graines varie de 25 à 55 g

-*P. polyanthus*, de taille moyenne (poids de 100 graines variant de 25 à 80 g) et de forme arrondie à hile entouré de parahile marquant qui occupe le tiers central du grain (figure 5) [8].



Figure 1: Aspect de la graine de *Phaseolus vulgaris* (x1)

Source: FOFIFA, Fiche technique

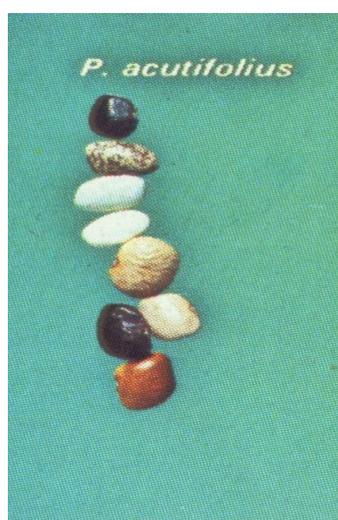


Figure 2: Aspect de graine de *Phaseolus acutifolius* (x1)

Source: CIAT, 1989, Diversité génétique du genre *Phaseolus*.

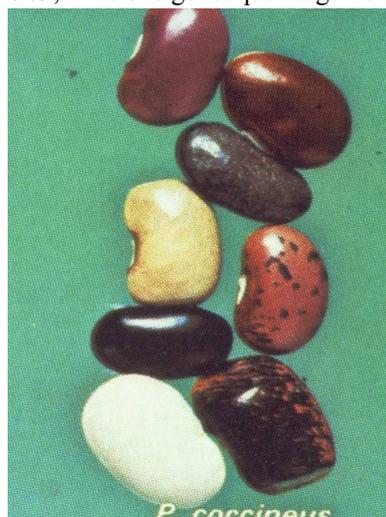


Figure 3: Aspect de la graine de *Phaseolus coccineus* (x1)

Source: CIAT, 1989, Diversité génétique du genre *Phaseolus*.

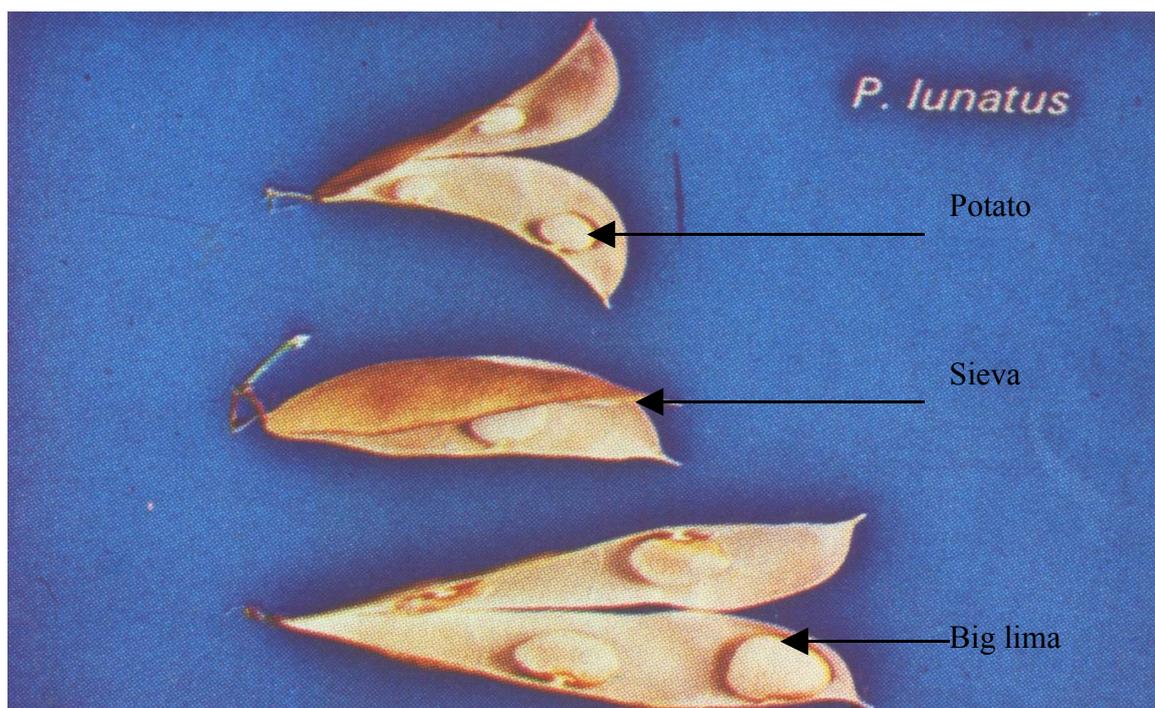


Figure 4: Aspect de la graine de *Phaseolus lunatus* (x0,5)

Source: CIAT, 1987, Morphologie de la plante de haricot.

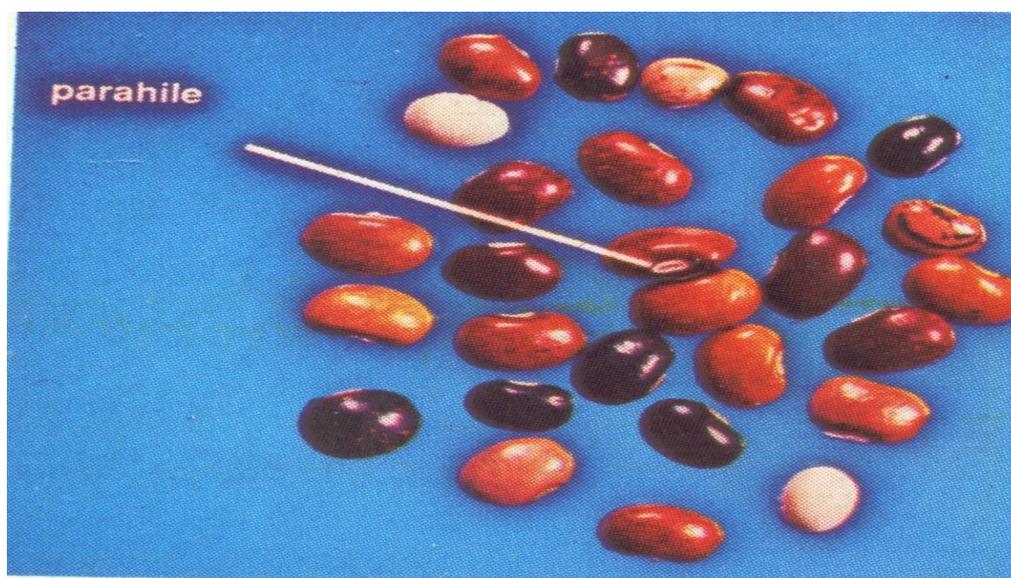


Figure 5: Aspect de la graine de *Phaseolus polyanthus* (x1)

Source: CIAT, 1987, Morphologie de la plante de haricot.

b) Structure de la graine de haricot

La graine de haricot montre de l'extérieur vers le centre [7] : le testa ou enveloppe qui correspond à la couche placentaire de l'ovule, le hile ou cicatrice laissée par le funicule qui unit la graine au placenta, le micropyle et le raphé.

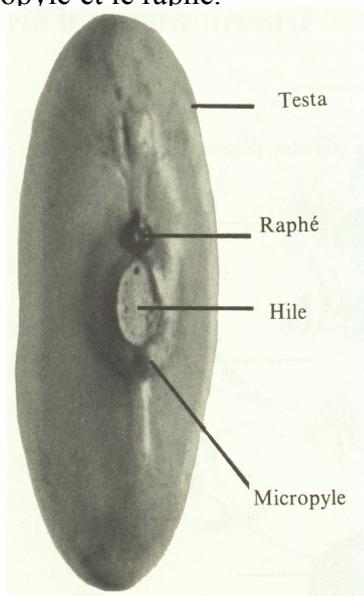


Figure 6: Structure externe de la graine de haricot (x2,5)

Source: CIAT, 1987, Morphologie de la plante de haricot.

La coupe longitudinale montre : le plumule, l'epicotyle, l'hypocotyle, les deux cotylédons, la radicule et les deux feuilles primaires

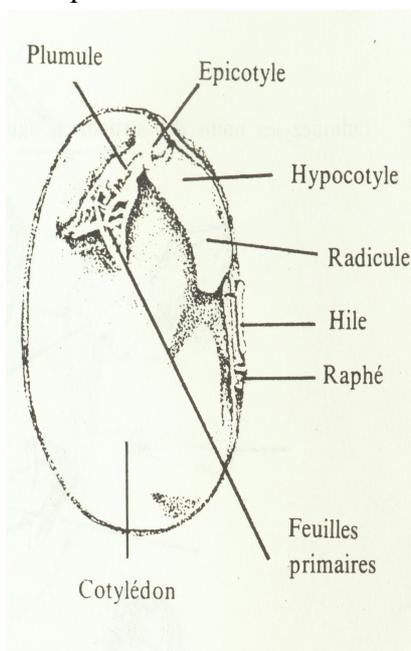


Figure 7: Structure interne de la graine de haricot (x2,5)

Source: CIAT, 1987, Morphologie de la plante de haricot.

Voyons les valeurs nutritives et énergétiques.

1.1.3. Valeurs nutritives et énergétiques du haricot

Les valeurs énergétiques dépendent des valeurs nutritives car il y a des matières énergétiques et des matières non énergétiques.

1.1.3.1. Valeurs nutritives

Voici les valeurs nutritives des graines de haricot sec [12], pourcentage en poids:

- eau	10.5%
- matières minérales	3.5%
- matières grasses	3.0%
- matières azotées	24.5%
- amidon	55.5%
- cellulose	3.0%

L'amidon se trouve en proportion supérieure à celle des autres substances, et, viennent ensuite et successivement, les matières azotées, l'eau, les matières minérales et les matières grasses et la cellulose. Le haricot est donc une source importante de glucides et de protides.

1.1.3.2. Valeurs énergétiques

Les valeurs énergétiques du haricot sont présentées dans le tableau I.

Tableau I: Valeurs énergétiques du haricot sec

Eléments	Poids	Valeurs énergétiques (Kcal)
Eau	10.50	0
Matières minérales	3.50	0
Matières grasses	3.00	27
Matières azotées	24.50	98
Amidon	55.50	222
Cellulose	3.00	12

En parlant des valeurs énergétiques, 100 g de haricot sec fournit 359 Kcal [32], d'après le tableau I. L'eau et les matières minérales ne fournissent pas de l'énergie mais nécessaire pour le métabolisme des autres matières comme les glucides, les lipides et les protides.

Le haricot apporte des éléments nutritifs fournissant des énergies et assurant le bon fonctionnement de l'organisme, on peut l'utiliser pour l'alimentation. Parmi ces éléments nutritifs on a aussi des éléments nécessaires pour santé de l'homme. Le haricot présente plusieurs utilisations mais nous avons ci-après deux principales utilisations dans la vie quotidienne.

1.1.4. Différentes utilisations du haricot

1.1.4.1. Utilisation gastronomique

Le haricot est connu partout dans le monde en gastronomie. A Madagascar, le haricot avec de la viande est très apprécié par les travailleurs. Les touristes préfèrent « l'ambrocale » de la cuisine créole [4] [13]. Le haricot est aussi depuis longtemps la base de l'alimentation des mexicains [13]. Une recette de cuisine à base de haricot « Haricots secs à la tomate »[14] se trouve en annexe I.

1.1.4.2. Utilisation thérapeutique

Selon Valnet [31], le haricot est utilisé pour traiter certaines maladies telles que l'albuminurie, le diabète et l'insuffisance hépatique. Les parties utilisées sont les graines et les cosses. Le mode d'emploi est la suivante : prendre une poignée de cosses fraîches pour 1 litre d'eau, bouillir pendant deux minutes, laisser macérer toutes la nuit. Si les cosses sont sèches, laisser six heures dans l'eau avant de faire la décoction.

Selon Tourinan [27], ses propriétés sont diurétique, antidiabétique et tonicardiaque. Les cosses sont traitées au laboratoire pharmaceutique. Elles deviennent alors des poudre ou des gélules. Les traitements se font par ces poudres ou par ces gélules.

Le haricot occupe donc un rôle important dans la vie quotidienne de l'homme c'est pourquoi la production doit être en quantité suffisante et de bonne qualité.

1.1.5. Production des haricots secs

Nous allons voir la production mondiale et à Madagascar.

1.1.5.1. Production mondiale

Les valeurs que nous avons dans le tableau II suivant représentent la production mondiale (de l'année 1996 à l'année 2003).

Tableau II: Production mondiale de haricot (millions de tonnes)

Années	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Quantités	16.51	17.31	17.11	16.70	16.89	16.38	18.89	16.81

Source: SKRYPETZ S., 2000, Haricots secs : situations et perspectives, volume15, numéro 22 [25].

SKRYPETZ S., 2004, Haricots secs : situations et perspectives, volume17, numéro 18 [26].

Au cours de ces huit années, la production mondiale de haricots secs a fluctué, la tendance est légèrement à la hausse. On a un sommet de 18.89 millions de tonnes en 2002. Les facteurs de cette faible hausse peuvent être des conditions météorologiques, des maladies et des ravageurs.

1.1.5.2. Production à Madagascar

Nous présentons ici les données sous forme de tableau. Ces données sont les plus récentes disponibles au Service Statistique Agricole du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'élevage (MAEP).

Voici, dans le tableau III, les productions de l'année 2000 jusqu'au 2003, au niveau du pays.

Tableau III: Production de haricot à Madagascar (tonnes)

Années	2000	2001	2002	2003
Quantités	74080	75070	70380	70431

Source: Service de la Statistique Agricole, Annuaire 2003 [24].

En général, nous avons observé une faible production et une baisse en 2002 peut être expliquée de la façon suivante :

- Les gens sont moins motivés à cultiver du haricot car le prix du haricot baisse énormément, le cas du district du Miarinarivo, le prix de 1 kilogramme tombe jusqu'à 300 Ar [11], alors qu'au marché d'Antananarivo le prix de 1 kilo est de 800 Ar.

- La vulgarisation des variétés productives est insuffisante entraîne un faible rendement.

- Les cultivateurs diminuent leurs terrains de cultures en faveur de la culture du riz [1]

C'est pourquoi la production du haricot reste stationnaire : entre 70380 et 75070 tonnes.

Si telles sont les productions du haricot à Madagascar, sur quelles superficies obtient-on ces quantités ?

1.1.6. Surface cultivée en haricot à Madagascar

Les surfaces cultivées en haricot à Madagascar pour l'année 2000 à 2003, sont figurées dans le tableau IV ci-après.

Tableau IV: Surfaces cultivées en haricot à Madagascar (ha)

Années	2000	2001	2002	2003
Surfaces	82990	82985	82990	83039

Source: Service de la Statistique Agricole, Annuaire 2003 [24].

Pour tout Madagascar, on observe une baisse de la surface réservée pour la culture de haricot en 2001, car la terre est destinée à la culture de l'alimentation de base [1]. Nous pensons que la hausse de la surface cultivée de 2002 à 2003 est due pour la raison les gens recommencent à reconnaître la culture de haricot par suite des recherches.

Qu'en est - il du rendement du haricot au niveau de notre pays ?

1.1.7. Rendement du haricot à Madagascar

Le rendement des haricots secs est obtenu à partir de la production et des surfaces cultivées mentionnées dans les deux tableaux III et IV précédents. Le rendement est exprimé en tonnes par hectare.

Tableau V: Rendements de haricot à Madagascar (t/ha)

Années	2000	2001	2002	2003
Rendements	0.89	0.90	0.85	0.85

Depuis l'année 2000 le rendement ne dépasse pas 0.90t/ha. C'est un faible rendement. Cette faiblesse est due à la méconnaissance des cultivateurs. Les variétés de haricot à haut rendement ne sont pas utilisées et les bonnes techniques culturales ne sont pas appliquées

comme le coût des engrais est très élevé, et les attaques des maladies et ravageurs ne sont pas contrôlées.

Comment se fait alors la commercialisation de la production ?

1.1.8. La commercialisation du haricot

La commercialisation sera traitée en deux : au niveau mondial et au niveau du pays.

Cette commercialisation est caractérisée par les quantités exportées et importées.

a) Commerce mondial

a₁) Exportation

Tableau VI: Exportation mondiale de haricot sec (millions de tonnes)

Années	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Quantités	2.11	2.53	2.39	2.45	2.63	3.02	3.37	2.80

Source: SKRYPETZ S., 2000, Haricots secs : situations et perspectives, volume15, numéro 22 [25].

SKRYPETZ S., 2004, Haricots secs : situations et perspectives, volume17, numéro 18 [26].

a₂) Importation

Tableau VII: Importation mondiale de haricot sec (millions de tonnes)

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Quantités	1.76	1.86	1.96	1.82	1.87	2.14	2.40	2.83

Source: SKRYPETZ S., 2000, Haricots secs : situations et perspectives, volume15, numéro 22 [25].

SKRYPETZ S., 2004, Haricots secs : situations et perspectives, volume17, numéro 18 [26].

L'écart entre les exportations et les importations est attribuable au calendrier des livraisons et à la diversité des systèmes de classification à l'échelle internationale. Le commerce de haricot a augmenté progressivement au cours des huit années présentées dans ces tableaux VI et VII. Les exportations passent de 2.11 millions de tonnes à 2.80 millions de tonnes de 1996 à 2003. Les importateurs sont nombreux. Les grands exportateurs comme la Chine, les Etats-Unis, le Canada et l'Argentine prennent une grande partie du marché jusqu'à 76% car leurs productions ne cessent d'augmenter. Mais les pays en voie de développement sont moins productifs car ils sont plus vulnérables aux fléaux naturels. Parmi ces fléaux naturels nous citons les facteurs météorologiques, les maladies et les ravageurs en particulier les ravageurs de stock comme *Acanthoscelides obtectus*.

b) La commercialisation à Madagascar

b₁) Importation

L'importation, au niveau du pays de 2000 à 2003, est mentionnée dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Importation de haricot par Madagascar (tonnes)

Années	2000	2001	2002	2003
Quantités	204	20	83	172

Source: Service de la Statistique Agricole, Annuaire 2003 [24].

Les quantités sont très variables, l'importation de haricot suit les besoins de la recherche. Importer des variétés résistantes pour obtenir des nouvelles variétés productives et tolérantes à des maladies et ravageurs.

b₂) Exportation

L'exportation au niveau du pays est présentée dans le tableau IX, le haricot frais en est exclu.

Tableau IX: Exportation de haricot par Madagascar (tonnes)

Années	2000	2001	2002	2003
Quantités	1263	1275	1698	754

Source: Service de la Statistique Agricole, Annuaire 2003 [24].

En 2003, l'exportation a baissé, de plus de la moitié, par rapport à l'exportation du 2002. Cette baisse de la quantité de haricot exportée est due à la faiblesse de la production au niveau du pays tant au niveau de la qualité qu'au niveau de la quantité.

Qu'en est - il donc de l'insecte nuisible ?

1.2. Généralités sur *Acanthoscelides obtectus*

1.2.1. Taxonomie

Acanthoscelides obtectus (Say) appartient à la classification suivante [3][22]

Embranchement	INVERTEBRES.
Sous-embranchement	Antennates
Classe	Insectes
Sous classe	Ptérigotes
Section	Néoptères Oligonéoptères
Ordre	Coléoptères
Famille	Bruchidae
Sous-famille	Bruchinae
Genre	<i>Acanthoscelides</i>
Espèce	<i>Obtectus</i> (Say)

1.2.2. Morphologie

L'insecte se divise en trois parties la tête, le thorax et l'abdomen (figure 8).

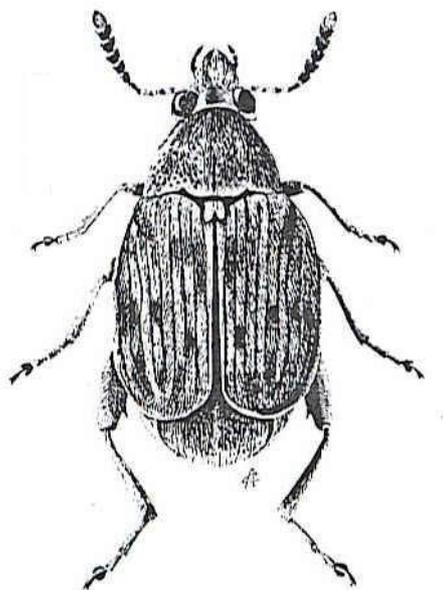


Figure 8: Adulte de *Acanthoscelides obtectus* (x25)

Source: A. S .BALACKOWSKY, 1965, Entomologie appliquée à l'agriculture.

La tête possède une paire d'antennes. Les pièces buccales sont du type broyeur donc les mandibules sont assez développées.

Le thorax portant les ailes antérieures recouvrant les ailes postérieures. Les ailes antérieures sont coriaces, c'est le critère pour lequel on groupe cet insecte dans l'ordre des coléoptères.

L'abdomen est divisé en plusieurs arceaux. Le dimorphisme sexuel est observé au niveau du dernier arceau.

L'observation du dimorphisme se fait à la loupe binoculaire. Pour le mâle, le pygidium est échancré vers le dernier arceau ventral, tandis que chez la femelle il reste non échancré (figure 9) [3] [6].

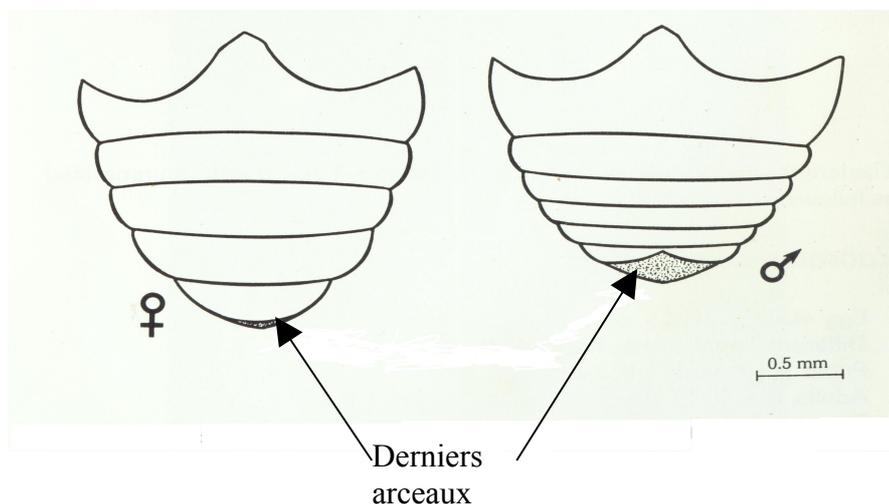


Figure 9: Pygidiums chez le mâle et la femelle de *Acanthoscelides obtectus*

Source: CIAT, 1986, Main pests insect of stored beans and their control.

La durée du passage des ovules dans l'oviducte est 3 jours. L'émission des oeufs est fortement stimulée par la présence des graines. La fécondation provoquerait une augmentation du nombre d'œufs émis. Les oeufs non fécondés s'aplatissent dans les 24 heures qui suivent leurs pontes.

1.2.3. Cycle de développement et reproduction

Le cycle de vie de *Acanthoscelides obtectus* comprend les étapes suivantes [4] :

- l'ovogenèse,
- l'émission des oeufs,
- l'incubation des oeufs,
- développement larvaire et la nymphose.

La figure 10 ci après montre le cycle de développement de l'insecte.

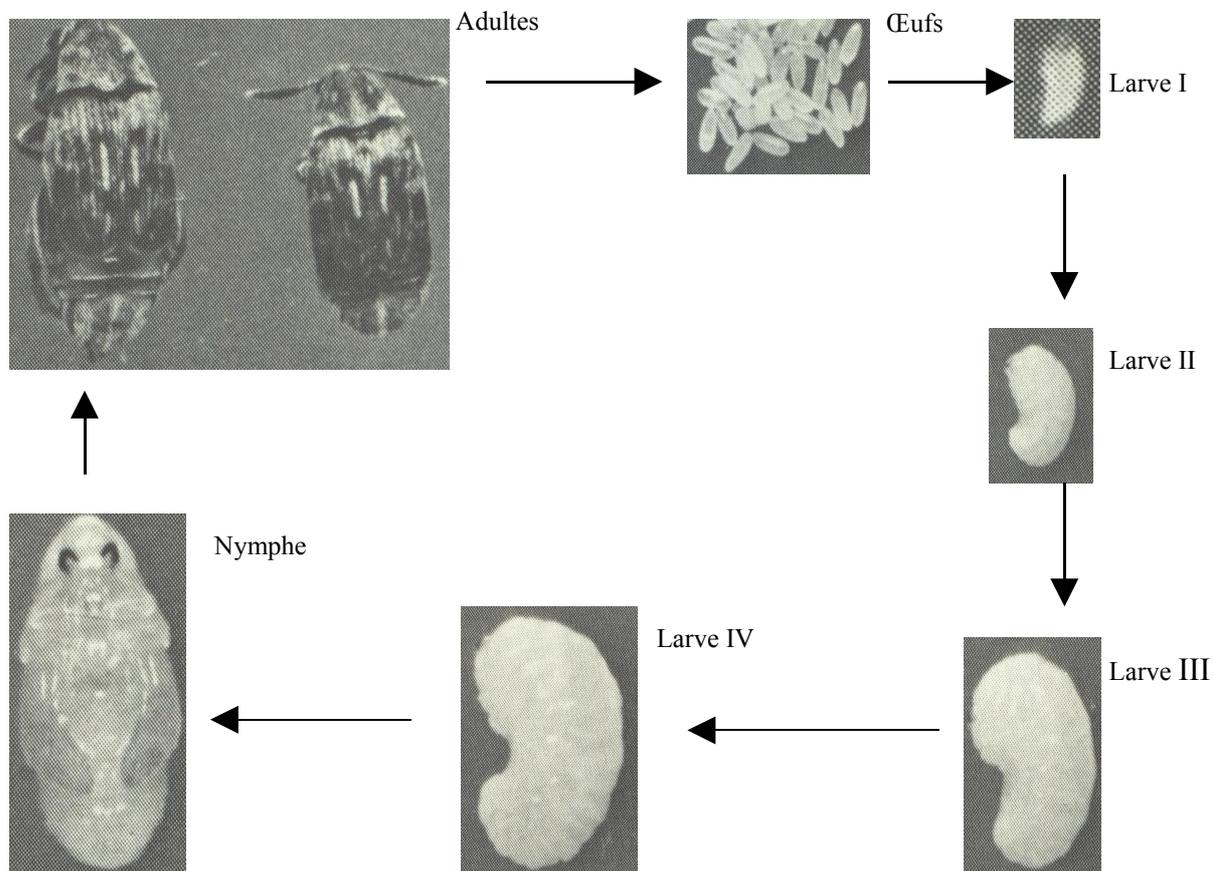


Figure 10: Etapes de développement de l'insecte (x5)

Source: CIAT, 1986; Main insect pests of stored beans and their control.

Le stade larvaire est suivi par le stade de nympe. Cette durée est de 23 jours [6].

Tous les différents stades de cet insecte ont toujours des conséquences néfastes pour le stockage. Il est plus accentué au stade adulte. Quand l'insecte arrive au stade adulte, avec une quantité suffisante, les graines de stocks présentent une très mauvaise odeur.

Voyons maintenant l'aire de répartition de cet insecte.

1.2.4. Aire de répartition

Acanthoscelides obtectus est jugé trouvé pour la première fois au Pérou. Son arrivée en Europe aurait suivi de peu celle de haricot et l'Espagne aurait été ainsi le premier pays contaminé. Selon A. S. Balackowsky et ses collaborateurs, les autres pays de l'Europe sont attaqués tels que France et les régions méditerranéennes. Iran est aussi envahi. On le trouva aussi dans la culture de Basse-Autriche, en Hongrie et en Yougoslavie, en littoral soviétique de la mer noire, au Pays-Bas, en Allemagne et en Belgique. *A. obtectus* est présent dans presque tout l'Afrique [2] [3].

Depuis longtemps on trouve les bruches de haricot, en particulier *A. obtectus*, à Madagascar. On les retrouve partout, dans les zones productrices de légumineuses (Alaotra, Moyen-Ouest, Mandoto, Miandrivazo, Sud-Ouest, etc) que dans le centre d'entrepôts (ports et grandes villes) [9].

1.2.5. Lutte contre *Acanthoscelides obtectus*

Il existe plusieurs moyens pour lutter contre les insectes de haricots stockés. Ces moyens peuvent être classés en deux catégories : la lutte traditionnelle et la lutte « moderne ».

a) lutte traditionnelle

-L'exposition au soleil. L'exposition des grains de haricot au rayonnement solaire intense favorise le départ des insectes adultes qui ne supportent pas les fortes chaleurs et la lumière intense (en stock, les insectes se cantonnent souvent dans les zones sombres) ;

-L'enfumage : les grains sont stockés en épis au - dessus des foyers domestiques.

-L'utilisation des plantes répulsives : on mélange aux grains des plantes qui agissent comme insectifuges (la plante de NEEM);

- L'utilisation des matières inertes (sable fin ou cendre), ces matériaux pulvérulents remplissent les vides entre les grains et constituent une barrière à la progression des femelles cherchant à pondre,

- la conservation en atmosphère confinée, elle consiste à appauvrir en oxygène l'atmosphère intergranulaire jusqu'à un taux létal pour les insectes,

- la lutte par la méthode chimique, l'utilisation des insecticides.

b) lutte « moderne »

- en utilisant la lutte biologique telle que l'utilisation des variétés plus résistantes et/ou tolérantes à l'attaque des insectes, c'est le but de notre recherche, il n'y a pas encore des variétés tolérantes ou résistantes à ce ravageur, donc cette méthode est en cours d'étude ;

- en appliquant la lutte par la méthode physique : la chaleur et le froid ;

- et lutte mécanique : Le transilage, le secouage, le passage au tarare, permettent d'éliminer une partie des insectes contenus dans les stocks. Ces opérations éliminent surtout les adultes libres et laissent subsister une partie des larves et des oeufs; elles ne peuvent donc pas être envisagées pour un stockage de longue durée, à moins d'être fréquemment renouvelées, ce qui les rend coûteuses. [5].

1.2.6. Dégâts causés par les bruches de haricots

Les dégâts de haricot commencent dès que le stock est infesté par l'insecte. Des dégâts économiques à l'échelle nationale lors d'une exportation, le rejet d'un lot de haricot infesté. Quand ces insectes pondent sur le grain du haricot, les dégâts s'aggravent car les oeufs pondus deviennent, à son tour, des larves qui commencent à perforer les graines de haricot. Elles peuvent se mettre à plusieurs dans une seule graine. Avant la nymphose, elles préparent des galeries de sorties pour l'adulte. Les dégâts caractéristiques sont les formations trous de sortie des adultes donnant un haricot piqué [5][9].

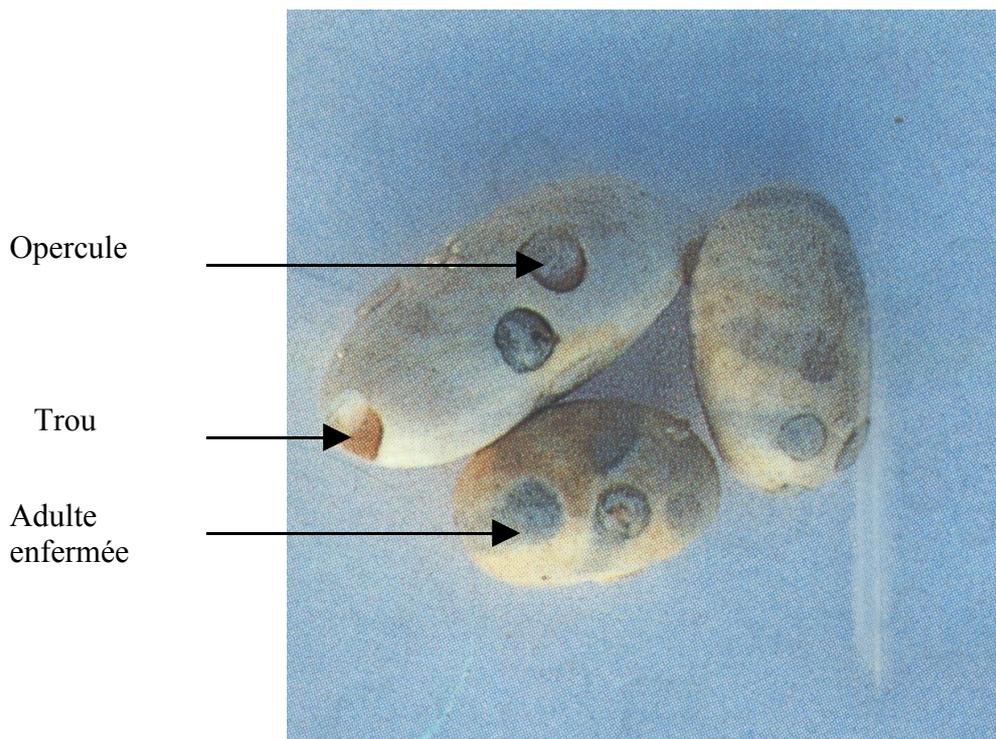


Figure 11: Graines de haricot contenant des trous et des insectes (x2)

Source: Fiche technique, Service de la Protection des végétaux

Dans ces grains attaqués on voit des trous laisser par des adultes. On voit aussi un trou où l'opercule n'est pas enlevé. L'opercule est le tégument de haricot soulevé par l'adulte de l'insecte. Et on observe aussi des insectes adultes enfermés sous ces téguments de la graine de haricot.

Des raisons peuvent conduire à l'insuffisance de la quantité de haricot nécessaire. L'une de ces raisons est la perte due à l'insecte ravageur en stock. Les matériels et méthodes de travail que nous allons appliquer ici doivent être conformes aux dégâts causés par ce bruche. Et rappelons que notre essai consiste à étudier la sensibilité de quelques variétés.

2. MATERIELS ET METHODES

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Matériels

2.1.1. Matériels physiques

Nous utilisons quelques matériels simples et disponibles comme :

- les bocaux pour l'élevage de notre laboratoire,
- les boîtes carrées avec couvercle, boîte à frigo et frigidaire pour la conservation avant l'infestation,
- la balance de précision DENVER pour peser le haricot,
- les petites boîtes rondes avec couvercle pour l'infestation,
- la loupe binoculaire pour l'observation de sexe de l'animal,
- les plateaux pour récupérer les insectes après élevage,
- le tamis de maille de 3 mm de diamètre pour tamiser les insectes afin de les séparer du haricot.

2.1.2. Matériels biologiques

2.1.2.1. Variétés de *Phaseolus vulgaris* utilisées

a) Caractéristiques

Premièrement les variétés de haricot que nous allons utiliser sont caractérisées par leurs noms : *RJ2*, *IL5 (50- 7)*, *IL5 (56- 4)*, *IL5 (56- 1)*, *IL5 (50- 1)* et le *LB*.

Les variétés *LB* et *RJ2* sont des variétés locales. Les autres variétés sont des variétés hybrides. Ce sont des hybrides venant du croisement de la variété *Ikinimba* et de la variété *Lingot blanc*. La variété *Ikinimba* est importée pour sa résistance à des maladies. Parmi les variétés *IL5* seule la variété *IL5 (50-7)* qui est une variété plus productive et une variété tolérante à des maladies.

b) Acquisition et conservation

b₁) Acquisition

La variété *LB* est recueillie lors de la foire de l'indépendance, au sein du stand du district du Miarinarivo. La variété est un produit de la récolte 2004 – 2005. C'est une variété la plus utilisée dans la région du Miarinarivo et par la population malgache, par conséquent, nous la mettons comme témoin de l'expérience. Les autres variétés comme *RJ2*, *IL5 (50- 7)*, *IL5 (56- 4)*, *IL5 (56- 1)* et *IL5 (50- 1)* proviennent des récoltes de la campagne 2004 – 2005 à Nanisana, au niveau du centre de recherche FOFIFA.

b₂) Conservation

Il faut éviter les contaminations de ces variétés de haricot par *A. obtectus* et tous autres insectes ravageurs. Pour cela, nous utilisons le frigo de notre laboratoire, car *A. obtectus* ne supporte pas une température inférieure à 8.7°C[3]. Chaque variété est mise dans une boîte, puis on doit les couvrir et isoler l'intérieur à l'aide des mastics pour préserver l'humidité. Enfin on place les boîtes, contenant les variétés de *Phaseolus vulgaris*, bien couvertes, à l'intérieur du frigo sous tension, pendant toute la durée de conservation, et à 4°C.

Dans ces conditions ci – dessus, ni les œufs, ni les larves, ni les nymphes, ni les adultes ne peuvent pas se développer. La conservation s'effectue pendant l'élevage des insectes et jusqu'au début de l'infestation.

2.1.2.2. Espèce d'insecte utilisée

a) *Acanthoscelides obtectus*

C'est un insecte facilement manipuler au laboratoire car les conditions de vie sont faciles et ne nécessitent pas beaucoup de matériels. A la température 27°C et à une humidité relative 80% sa durée de développement est environ 30 jours.

L'incubation des oeufs dépend de la température et de l'humidité relative qui peut se résumer dans le tableau X.

Tableau X: Durée d'incubation en fonction de la température et de l'humidité relative

Température	Hygrométrie	Durée d'incubation (jours)
13,9°	50%	34
	90%	70
21°	50%	10
	90%	12
27°	50%	6
	90%	6
30°	50%	5
	90%	4
31°	50%	6
	90%	6

Source: A.S. Balackowsky, 1963, Entomologie Appliquée à l'agriculture.

A une température de 13,9°C et 50% d'humidité relative la durée d'incubation des œufs est de 34 jours mais à 13,9°C et 90% d'hygrométrie elle est de 70 jours.

b) Elevage et infestation

b₁) Elevage

L'élevage a débuté le 19 mai 2005 et s'est terminé le 12 juillet 2005 (54 jours).

Il a été effectué au laboratoire de Sciences Naturelles à l'Ecole Normale Supérieure d'Antananarivo (Ampefiloha). Nous avons utilisé deux bocaux, d'insectes *A. obtectus* et 1 kilogramme de haricot. Le haricot est acheté au marché local d'Anosibe -Antananarivo. Cette quantité, 1 kilogramme, de haricot est mise dans les deux bocaux soit ½ kg par bocal, puis on infeste le haricot de chacun des bocaux par 100 *A. obtectus*, 50 couples c'est-à-dire 50 mâles et 50 femelles [6]. Cet élevage est fait pour avoir une population homogène de *A. obtectus*, pour que l'expérience soit menée dans des conditions identiques. Après cet élevage on obtient un nombre suffisant d'insecte pour l'infestation.

b₂) Infestation

Voici le schéma de la disposition des boîtes lors de l'infestation:

Tableau XI: Disposition des boîtes

Répétitions Variétés	1	2	3	4
<i>RJ2</i>	Boîte 1	Boîte 2	Boîte 3	Boîte 4
<i>IL5 (50 - 7)</i>	Boîte 5	Boîte 6	Boîte 7	Boîte 8
<i>IL5 (56 - 4)</i>	Boîte 9	Boîte 10	Boîte 11	Boîte 12
<i>IL5 (56 - 1)</i>	Boîte 13	Boîte 14	Boîte 15	Boîte 16
<i>IL5 (50 - 1)</i>	Boîte 17	Boîte 18	Boîte 19	Boîte 20
<i>LB</i>	Boîte 21	Boîte 22	Boîte 23	Boîte 24

Chaque boîte contient 50 g de haricot à différentes variétés. On voit bien sur ce tableau que chaque variété est répétée quatre fois. Nous allons infester le haricot de chaque boîte par cinq couples d'insectes (5 mâles et 5 femelles) [6]. On laisse, ces insectes, pondre sur les graines de haricot. Puis, nous attendons que les larves éclosent. Quand les larves arrivent à perforer les téguments de la graine, elles muent pour la première fois. Puis pour la deuxième fois, troisième fois et quatrième fois. Elles se transforment alors en nymphes. Les nymphes sont bien visibles. On les connaît par des taches transparentes au niveau des graines. Nos observations commencent à ce moment.

2.2. Méthodes

2.2.1. Comptages et mesures de perte en poids

a) Comptage des nymphes

Nous avons vingt quatre boîtes dont chacune des six variétés possèdent quatre boîtes. Une boîte correspond à une répétition. On compte les nymphes de chaque boîte. Une nymphe se reconnait par une tâche transparente au niveau de la surface d'une graine de haricot. Les nymphes au dessous des autres ne sont pas comptées car elles sont invisibles.

Nous calculons ensuite la moyenne des quatre répétitions de chaque variété. On a donc six moyennes des nombres de nymphes pour les six variétés. Pour l'analyse des résultats, nous appuyons sur ces moyennes.

Afin de voir la répartition de ces nymphes sur une boîte nous allons faire un autre comptage. Nous observons si les nymphes infestent toutes les graines ou une partie de graines seulement.

b) Comptage des graines infestées des nymphes

On compte les graines présentant des nymphes. L'opération se fait jusqu'à l'épuisement des vingt quatre boîtes des six variétés, on a, par conséquent, vingt quatre nombres dont chaque nombre correspond au nombre des graines infestées par nymphes de chaque boîte.

On calcule ensuite les moyennes pour chaque boîte. On obtient la moyenne du nombre des graines attaquées par les nymphes pour chaque variété. Nous appuyons toujours sur ses moyennes pour l'analyse et discussion des résultats.

Les nymphes, pour qu'elles deviennent adultes, doivent se développer à l'intérieur de ces graines. Nous allons voir par la suite le comportement de chaque variété vis à vis du développement de ces nymphes. Le comptage des adultes sortantes de ces graines indique le développement de ces nymphes.

Qu'en est-il de ces adultes émergentes ?

c) Comptage des adultes émergentes

Nous allons utiliser le tamis afin de trier les graines de haricot des adultes émergentes. Quand on a terminé de les trier, on passe au comptage. Dénombrer les adultes émergentes de chaque boîte. On obtient alors un nombre correspondant aux adultes d'une boîte. Si les quatre répétitions d'une variété sont dénombrées, on compte ensuite les répétitions des autres variétés jusqu'à ce que les six variétés soient passées.

On calcule la moyenne pour chaque variété. Les six moyennes des nombres des adultes émergentes sont ensuite obtenues.

Sur combien des trous sortent-elles ces adultes ?

d) Comptage des trous

On compte les trous de chaque boîte. Chaque boîte a donc un nombre de trous correspondant. Chaque variété possède quatre répétitions. Par conséquent, elle possède quatre nombres de trous. On calcule ensuite la moyenne des ces quatre nombres. On obtient alors six moyennes pour les six variétés. Ces six moyennes que nous allons commenter pour le comportement de ces six variétés de haricot vis à vis des sorties des adultes.

Qu'en est-il de la répartition de ces trous au niveau des graines de chaque boîte ? Le comptage des graines présentant des trous nous permet de répondre à cette question.

e) Comptage des graines présentant des trous

Trier les graines trouées parmi les graines qui ne sont pas trouées. On compte ensuite les graines trouées de chaque boîte. Chaque boîte a un nombre correspondant au nombre des graines présentant des trous. Chaque variété possède quatre répétitions, par conséquent, de chaque variété naît quatre nombres relatifs aux nombres des graines trouées. On calcule ensuite la moyenne de ces nombres pour chaque variété.

De la répartition de ces trous sur les graines que nous dressons les pourcentages de perte en poids. Qu'en est – il de ces mesures de perte en poids ?

f) Mesures de perte en poids

Ces pertes en poids indiquent vraiment les pertes au niveau des magasins de stockage.

Voici la façon de calculer ce pourcentage de perte en poids.

Soit un lot de N que l'on sépare en grains sains et grains attaqués

- N_s nombre de grains sains.
- N_a nombre de grains attaqués.
- les N_s grains sains pèsent le poids P_s
- les N_a grains attaqués pèsent le poids P_a

Le pourcentage de pertes en poids (B %) a pour formule

$$B\% = \frac{P_s N_a - P_a N_s}{P_s (N_a + N_s)} \times 100 \quad [5]$$

2.2.2. Traitement des données

2.2.2.1. Commentaires des différentes moyennes

Nous relatons les différentes moyennes, les moyennes du comptage précédent sont relatées avec les moyennes du comptage suivant. Le comptage des nymphes est à comparer avec le comptage des graines présentant des nymphes afin de voir le comportement des variétés du point de vue répartition des nymphes. Le commentaire suivant consiste à étudier le comportement de cacher les nymphes en relatant les nombres de nymphes et les nombres des adultes sortant de ces graines. Et enfin le commentaire concernant le comportement de ces variétés vis-à-vis de la sortie des adultes en comparant les moyennes des adultes par variété et les moyennes des trous de sortie.

Et seule l'analyse de la variance nous permet de connaître si les moyennes sont égales ou différentes.

Comment nous – procédons pour l’analyse de la variance ?

2.2.2.2. Analyse de la variance

Nous allons utiliser l’ « Analyse de la variance ». Cette méthode consiste à comparer les moyennes précédentes. Les moyennes des observations des six variétés utilisées dans l’expérience sont à comparer par cette méthode.

Nous avons dans le tableau XII la présentation des résultats

Tableau XII: Exemple de présentation des résultats

Répétitions	1	2	3	4
Variétés				
<i>RJ2</i>	x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}
<i>IL5 (50 - 7)</i>	x_{12}	x_{22}	x_{32}	x_{42}
<i>IL5 (56 - 4)</i>	x_{13}	x_{23}	x_{33}	x_{43}
<i>IL5 (56 - 1)</i>	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
<i>IL5 (50 - 1)</i>	x_{15}	x_{25}	x_{35}	x_{45}
<i>LB</i>	x_{16}	x_{26}	x_{36}	x_{46}

La méthode d’analyse de la variance a deux hypothèses H_0 et H_1 :

- H_0 : les six valeurs des moyennes des six variétés sont égales.
- H_1 : il y a au moins une moyenne différente parmi les six valeurs des moyennes des six variétés.

La méthode par l’analyse de variance se fait en quatre étapes dont l’élaboration de la variable de décision, calcul de la valeur de la variable sous H_0 , lecture sur la table de Fischer - Snedecor et la décision.

1°) La première étape de cette méthode est d’élaborer la variable de décision. Nous utilisons la variable de Fischer - Snedecor.

Notons \bar{X} la moyenne de toutes les observations :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}$$

Où

- $n = n_1 + n_2 + \dots + n_6$, nombre total des observations où l'on extrait des échantillons.

- 6, nombre de population

- $n_j=4$, taille de chaque échantillon,

Notons \bar{X}_j la moyenne des quatre valeurs de chaque variété :

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}$$

SCT, somme des carrées totale :

$$SCT = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2$$

SCF, somme des carrées due au facteur, où le facteur est ici variétal :

$$SCF = \sum_{j=1}^6 n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2$$

SCE, somme des carrées due à l'erreur, erreur de remplacer \bar{X} par \bar{X}_j :

$$SCE = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 \text{ ou par calcul direct à partir de l'équation de l'analyse de la}$$

variance, voici cette équation

$$SCT = SCF + SCE.$$

Les degrés de liberté notés ddl dans :

$$SCT = n - 1 = 24 - 1 = 23$$

$$SCF =_1 \mathcal{V} = p - 1 = 6 - 1 = 5$$

$$SCE =_2 \mathcal{V} = n - p = 24 - 6 = 18$$

MCF et MCE sont les moyennes respectives de SCF et SCE

Le rapport entre ces deux quantités suit une loi F_c de Fischer - Snedecor qui est la variable de décision.

$$F_c = \frac{MCF}{MCE}$$

tels que

$$MCF = \frac{SCF}{\gamma_1} \text{ et } MCE = \frac{SCF}{\gamma_2}$$

2°) La deuxième étape est de calculer la valeur de la variable sous H_0 , F_c . F_c est obtenue à la cinquième du tableau d'analyse de la variance.

Tableau XIII: Présentation du tableau d'analyse de la variance.

Sources de variation	SC	ddl	MC	F_c	F_α	Signification
Variétés	SCF	γ_1	MCF	$F_c = \frac{MCF}{MCE}$	Valeur lue sur la table	NS ou S
Erreur	SCE	γ_2	MCE			
Total	SCT	$n - 1$				

NS : non significative.

S : significative.

3°) La troisième étape est de lire sur la table de Fischer - Snedecor la valeur théorique de la variable, $F_{0.05}$ à un seuil $\alpha = 0.05$, d'où la zone d'acceptation $ZA = [0; F_{0.05}]$

4°) La quatrième étape est de décider si H_0 est rejetée ou non. On accepte H_0 si $F_c \in ZA$

Dans notre cas, le *ddl* du facteur est $\gamma_1=5$ et le *ddl* de l'erreur est $\gamma_2=18$, $F_{0.05}=2.77$, par conséquent, $ZA = [0; 2.77]$ pour un seuil de 0.05 [23].

Dans le cas où les moyennes de la variable présentent des différences significatives, on passe à la comparaison deux à deux des ces moyennes. On a plusieurs méthodes de comparaison deux à deux. Nous allons utiliser la plus facile à réaliser, la *plus petite différence significative (ppds)*. Le principe c'est que, si la différence entre deux moyennes est inférieure à la *ppds 5%*, on n'a pas de différence significative. Si la différence entre les deux moyennes est supérieure à la *ppds 5%*, la différence est significative. Si la différence est supérieure à la *ppds 1%*, la différence est hautement significative [15]. Le mode de calcul de la *ppds 5%* et *ppds 1%* est en annexe.

On a vu tout ce qu'on devait connaître sur la méthodologie. On s'appuie ici des études au laboratoire. On a les matériels biologiques et physiques que nous devons acquérir pour la réalisation de l'expérience, avec les matériels d'analyse des données, l'analyse de la variance. On est prêt pour l'acquisition des résultats et leurs interprétations.

Qu'en est-il de ces résultats et discussions ?

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chacun des phénomènes décrit dans la sous - partie méthodes est pris un à un pour les résultats et discussions. Ces observations sont les suivantes : les nymphes, les graines présentant des nymphes, les adultes émergeantes, les trous, les graines ayant troué et les pourcentages de pertes en poids.

3.1. Résultats et discussions sur le nombre de nymphes

3.1.1. Résultats

Voici dans le tableau suivant le tableau montrant les résultats du dénombrement des nymphes de chaque boîte.

Tableau XIV: Nombre de nymphes

Répétitions Variétés	1	2	3	4	Moyennes
<i>RJ2</i>	62	73	105	101	85,25
<i>IL5 (50-7)</i>	60	101	112	80	88,25
<i>IL5 (56-4)</i>	148	161	104	159	143
<i>IL5 (56-1)</i>	128	119	151	82	120
<i>IL5 (50-1)</i>	93	110	148	75	106,5
<i>LB</i>	214	165	127	166	168

Les quatre valeurs de chaque variété correspondent aux nombres de nymphes des quatre répétitions. Ces résultats sont commentés par l'intermédiaire de ses moyennes.

3.1.2. Discussions

Les moyennes des nymphes par variété sont représentées par la figure 12.

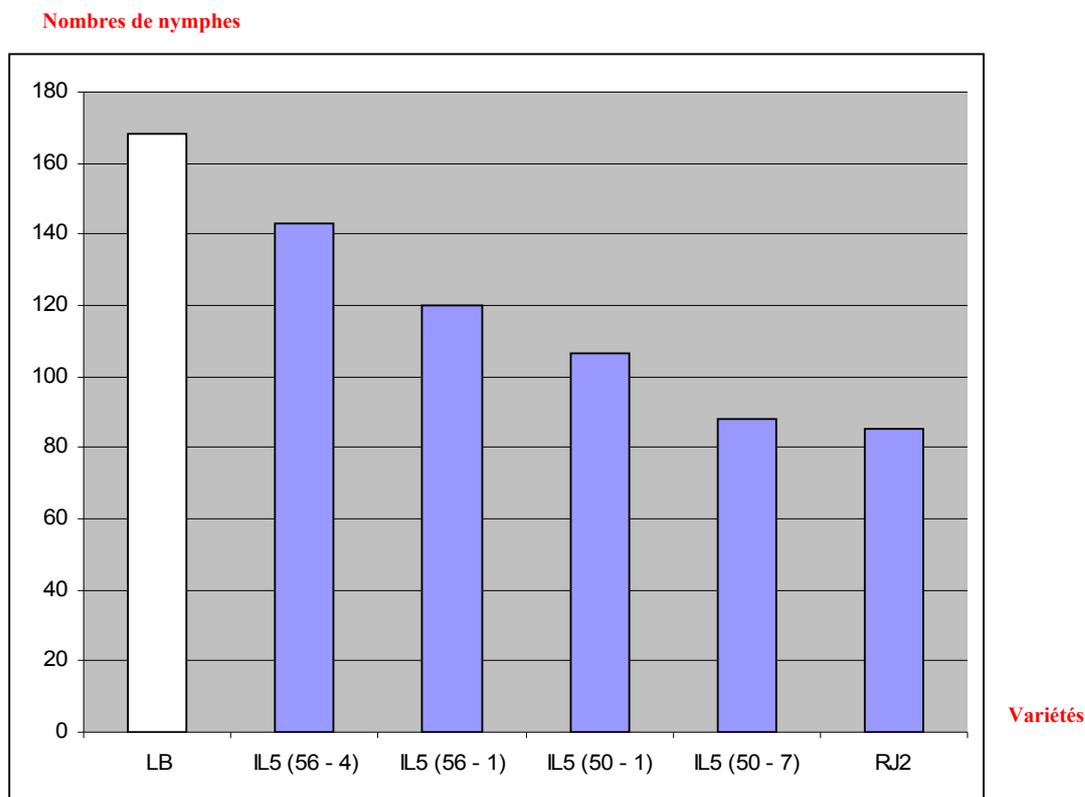


Figure 12: Nombres moyens des nymphes

La variété *LB* possède une valeur 168 qui est la moyenne des nombres de nymphe. Les autres variétés comme *IL5 (56 - 4)*, *IL5 (56 - 1)*, *IL5 (50 - 1)*, *IL5 (50 - 7)* et *RJ2* ont des moyennes inférieures à la moyenne du témoin dont les valeurs respectives sont 143, 120, 106.5, 88.5 et 85.25. Mais l'analyse de la variance nous indique l'égalité ou non de ces moyennes.

Qu'en est-il de cette analyse de la variance ?

Tableau XV: Tableau d'analyse de la variance du nombre de nymphe

Sources de variation	SC	ddl	MC	F_c	F_α	Significatio
Variétés	20869,5	5	4173,9	5,27	2,77	S
Erreur	14236,5	18	790,91			
Total	35106	23				

La valeur $F_c = 5,27$ est hors de la zone d'acceptation, et, par conséquent, l'hypothèse nulle H_0 est rejetée, il y a des différences significatives entre les moyennes du nombre des nymphes. Nous allons comparer par la méthode de plus petite différence significative pour voir les différences entre ces moyennes. Le tableau suivant nous permet de comparer deux à deux les six variétés.

Tableau XVI : Comparaison deux à deux (nymphe)

Moyennes	Variétés	<i>RJ2</i>	<i>IL5 (50 - 7)</i>	<i>IL5 (50 - 1)</i>	<i>IL5 (56 - 1)</i>	<i>IL5 (56 - 4)</i>
168	<i>LB</i>	82,75	79,75	61,5	48	25
143	<i>IL5 (56 - 4)</i>	57,75	54,75	36,5	23	
120	<i>IL5 (56 - 1)</i>	34,75	31,75	13,5		
106,5	<i>IL5 (50 - 1)</i>	21,25	18,25			
88,25	<i>IL5 (50 - 7)</i>	3				
85,25	<i>RJ2</i>					

Rouge pleine : hautement significative.

Rayure rouge : significative.

ppds 1% 80,94 (Annexe VIII)

ppds 2% 59,06 (Annexe VIII)

Du point de vue développement des nymphes, la comparaison deux à deux montre que :

- la différence est hautement significative entre la variété *LB* et la variété *RJ2*.
- La différence est significative entre la variété *LB* et la variété *IL5 (50 - 7)*, et *LB* et *IL5 (50 - 1)*. Le *Lingot blanc* laisse développer des larves, pour arriver au stade nymphal, par rapport à la variété *RJ2*. *IL5 (50 - 7)* et *IL5 (50 - 1)* ne le laissent pas par rapport au témoin.
- La comparaison deux à deux entre les autres variétés n'est pas significative.

Nous pouvons conclure en conséquence que le développement de l'insecte jusqu'au stade nymphal pour chaque variété est différente, de ce point de vue les meilleurs variétés sont *RJ2*, *IL5 (50 – 7)* et *IL5 (50 – 1)*.

3.2. Résultats et discussions sur le nombre de graines présentant des nymphes

3.2.1. Résultats

Tableau XVII: Nombre de graines présentant des nymphes

Répétitions Variétés	1	2	3	4	Moyennes
<i>RJ2</i>	30	36	42	50	39,5
<i>IL5 (50-7)</i>	26	50	47	29	38
<i>IL5 (56-4)</i>	58	60	35	56	52,25
<i>IL5 (56-1)</i>	43	51	55	36	46,25
<i>IL5 (50-1)</i>	48	53	62	39	50,5
<i>LB</i>	72	62	47	63	61

3.2.2. Discussions

Les moyennes des nombres des graines infestées par les nymphes sont représentées par la figure 13.

Nombres de nymphes

Variétés

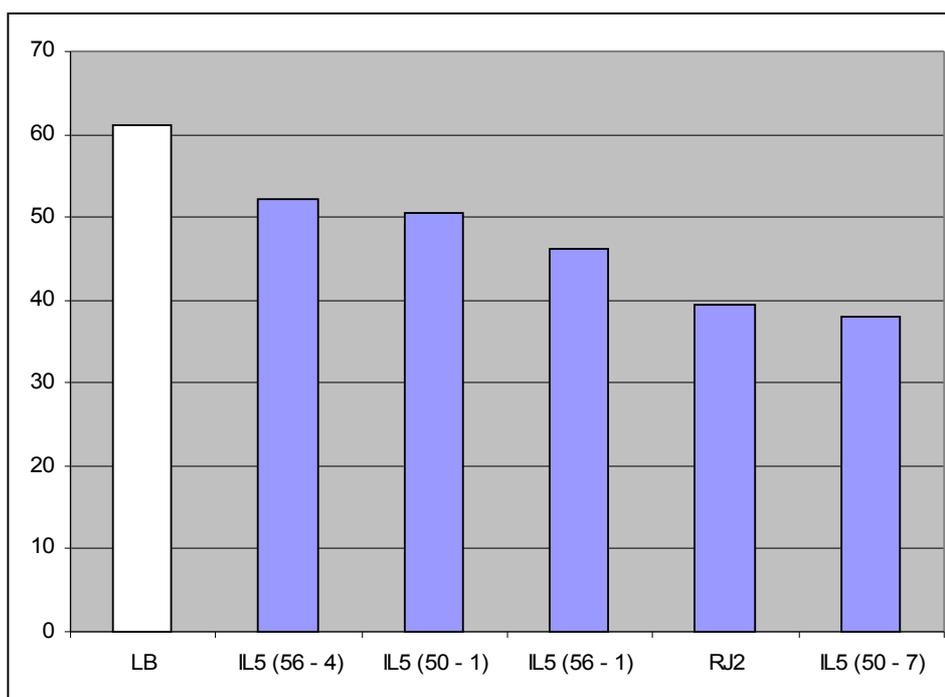


Figure 13: Nombres moyens des graines à nymphe

La variété **LB** possède encore le nombre moyen, des graines infestées par des nymphes, le plus élevé. **RJ2** possède une moyenne des nombres de nymphes supérieure à celle de **IL5 (50 - 7)**. Mais au point de vue nombres des graines présentant des nymphes, **RJ2** possède une moyenne inférieure à celle de **IL5 (50 - 7)**, telles que **RJ2** à 39.5 et **IL5 (50 - 7)** à 38. De même pour **IL5 (50 - 1)** a une moyenne moins élevée que **IL5 (56 - 1)**. Par conséquent, **RJ2** laisse repartir ses nymphes sur plusieurs graines que **IL5 (50 - 7)** et **IL5 (50 - 1)** que **IL5 (56 - 1)**.

Tableau XVIII: Tableau d'analyse de la variance de nombre de graines présentant des nymphes

Sources de variation	SC	ddl	MC	F_c	F_α	Signification
Variétés	1474,33	5	294,87	2,81	2,77	S
Erreur	1887,50	18	104,86			
Total	3361,83	23				

$F_c=2,81$ est supérieure à $F_\alpha =2.77$; Par conséquent, l'hypothèse H_1 est retenue. Alors, le nombre moyen des graines présentant de nymphes conduit à la présence de la différence

significative. La comparaison deux à deux nous indique la différence significative entre les différentes variétés testées. Le tableau suivant nous permet de faire cette comparaison :

Tableau XIX : Comparaison deux à deux (grains à nymphe)

Moyennes	Variétés	IL5 (50 - 7)	RJ2	IL5 (56 - 1)	IL5 (50 - 1)	IL5 (56 - 4)
61	LB	23	21,5	14,75	10,5	8,75
52,25	IL5 (56 - 4)	14,25	12,75	6	1,75	
50,5	IL5 (50 - 1)	12,5	11	4,25		
46,25	IL5 (56 - 1)	8,25	6,75			
39,5	RJ2	1,5				
38	IL5 (50 - 7)					

Rouge pleine : hautement significative.

Rayure rouge ; significative.

ppds 5% 21,50 (Annexe VIII)

ppds 1% 29,47 (Annexe VIII)

On a deux différences significatives telles que les différences entre le « *Lingot blanc* et *RJ2* » et le « *Lingot blanc* et *IL5 (50 – 7)* ». Les autres différences ne sont pas significatives.

Qu'en est – il des adultes émergentes ?

3.3. Résultats et discussions sur le nombre des adultes

3.3.1. Résultats

Tableau XX: Nombre des adultes émergentes

Répétitions	1	2	3	4	Moyennes
Variétés					
<i>RJ2</i>	140	66	144	158	127
<i>IL5 (50-7)</i>	14	114	121	81	92,5
<i>IL5 (56-4)</i>	173	141	104	153	142,75
<i>IL5 (56-1)</i>	144	104	147	89	121
<i>IL5 (50-1)</i>	109	118	166	122	128,75
<i>LB</i>	210	69	114	70	115,75

3.3.2. Discussions

Les moyennes des nombres des adultes émergentes sont représentées par la figure 14

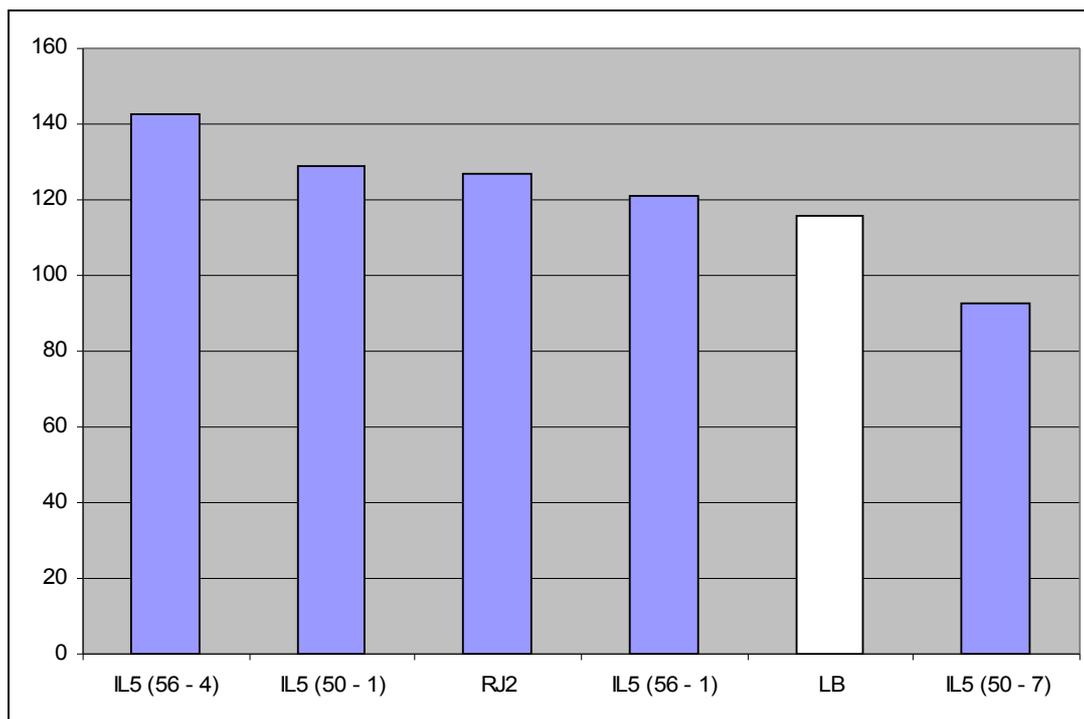


Figure 14: Nombres moyens des adultes par variété

Les moyennes des nombres des nymphes, des variétés *IL5 (56-4)*, *IL5 (50 – 1)*, *RJ2* et *IL5 (56 –1)*, sont inférieures à celle de la variété témoin *LB*. Alors que les moyennes des adultes de ces variétés sont supérieures à celle de la variété témoin. La variété *LB* ne permet pas d’obtenir que quelques adultes à partir de plusieurs nymphes, en moyenne les 168 nymphes du *LB* donnent 115,75 adultes. Les autres variétés *IL5 (56-4)*, *IL5 (50 – 1)*, *IL5 (56 – 1)* et *RJ2* donnent plusieurs adultes à partir de plusieurs nymphes, les 143 nymphes de la variété *IL5 (56-4)* donnent 142,75 adultes, les 106,5 de la variété *IL5 (50 – 1)* donne 128,75 adultes, les 120 nymphes de la variété *IL5 (56 –1)* donnent 121 adultes. Cela s’explique de manière que même les nymphes en profondeur des graines inaccessibles au comptage peuvent sortir de la graine pour devenir adultes, alors que les nymphes comptées du *Lingot blanc* n’arrivent pas à se naître. Autrement dit les nymphes ne peuvent pas se développer à l’intérieur des graines de la variété *LB*. On peut aussi comparer *IL5 (56 –1)* et *RJ2*: *IL5 (56 – 1)* a une moyenne de nombre de nymphes supérieure à celle de *RJ2* alors que la moyenne des

adultes émergentes de *IL5 (56 -1)* est inférieure à celle de *RJ2*. Le même phénomène s'observe pour « *RJ2* et *IL5 (50 - 7)* ».

Tableau XXI: Tableau d'analyse de la variance du nombre des adultes émergentes

Sources de variation	SC	dd	MC	F _c	F _α	Signification
Variétés	5633.71	5	1126.74	0.71	2.77	NS
Erreur	28555.5	18	1586.42			
Total	33872.33	23				

La valeur calculée de F est inférieure à la valeur critique, cela conduit à la rétention de l'hypothèse nulle. La contre - hypothèse H_1 est rejetée. Du point de vue émergence des adultes, les variétés *RJ2*, *IL5 (50-7)*, *IL5 (56-4)*, *IL5 (56-1)*, *IL5 (50-1)* et *LB* ne présentent pas de différence significative. Pour toutes les variétés testées, le cycle de développement de l'insecte est bouclé. En effet, des adultes arrivent à émerger et ceci d'une façon homogène pour toutes les variétés.

3.4. Résultats discussions sur le nombre de trous

3.4.1. Résultats

Le tableau XX montre les résultats de comptage des trous de chaque boîte de toutes les variétés.

Tableau XXII: Nombre de trous de chaque variété

Répétitions	1	2	3	4	Moyennes
Variétés					
<i>RJ2</i>	52	75	129	158	103,5
<i>IL5 (50-7)</i>	52	109	129	85	93,75
<i>IL5 (56-4)</i>	160	142	94	149	136,25
<i>IL5 (56-1)</i>	110	141	91	110	113
<i>IL5 (50-1)</i>	114	132	167	117	132,5
<i>LB</i>	198	64	115	67	111

3.4.2. Discussions

Nous allons représenter dans la figure 15 les six moyennes des six variétés testées.

Nombres de nymphes

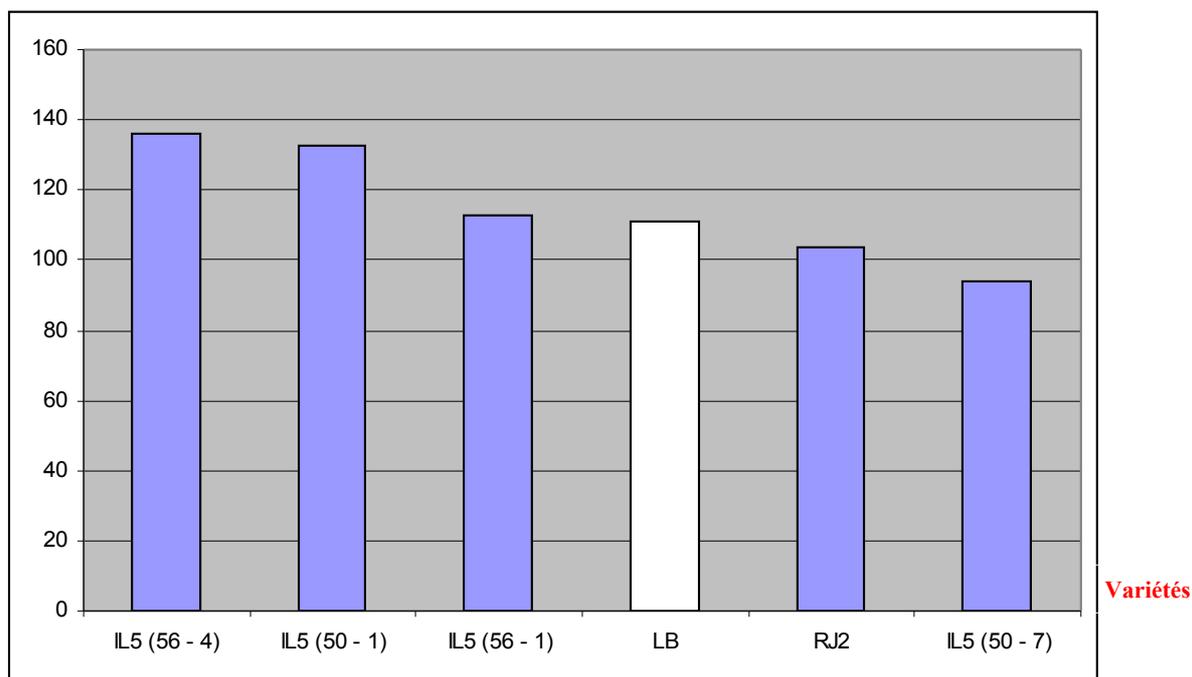


Figure 15: Nombres moyens des trous

Les variétés *IL5 (56 - 4)*, *IL5 (50 - 1)* et *IL5 (56 - 1)* possèdent des moyennes des nombres de trous supérieures à celle de la variété témoin *LB*, mais la variété *IL5 (50 - 7)* et *RJ2* ont des moyennes inférieures à celle de *LB*.

Du point de vue nombres moyens des adultes émergentes et les nombres moyens des trous de sortie, les variétés *IL5 (56 - 4)* et *IL5 (50 - 1)* ont des valeurs supérieures à celles des variétés *RJ2*, *IL5 (56-1)* et *LB*. *IL5 (50 - 7)* a une valeur moyenne inférieure à ces dernières. Les adultes de la variété *RJ2* sont au nombre moyen de 127, *IL5 (56 - 1)* à 121 et *LB* à 115,75, ils sortent respectivement par 103,5 trous, 113 trous et 111 trous. D'après ces chiffres, on constate que plus d'adultes du *RJ2* sortent sur un nombre moyen inférieur de trous par rapport aux variétés *IL5 (56 - 1)* et *LB*.

Qu'en est - il de l'analyse de la variance ?

Tableau XXIII: Tableau d'analyse de la variance du nombre de trous

Source de variation	SC	dd	MC	F _c	F _α	Signification
Variétés	5446.5	5	1089.3	0.70	2.77	NS
Erreur	28019.75	18	1556.65			
Total	37903.96	23				

0.67, valeur de la variable de Fischer-Snedecor sous hypothèse H₀ est inférieure à la valeur théorique de cette même variable, elle se trouve à l'intérieure de la zone d'acceptation. Par conséquent, on n'a pas différence significative entre les différentes moyennes de ces six variétés de *Phaseolus vulgaris L* étudiées. Elles n'ont pas d'effet du point de vue émergence.

Qu'en est – il de la répartition des trous sur les graines de chaque variété ?

3.5. Résultats et discussions du nombre des graines trouées

3.5.1. Résultats

Voici les résultats des graines présentant des trous.

Tableau XXIV: Nombre des graines présentant des trous

Répétitions Variétés	1	2	3	4	Moyennes
RJN	30	43	01	60	46
IL0 (0-1)	23	00	02	31	39
Nombres de nymphes	62	03	41	02	02
IL0 (07-1)	33	40	03	40	42,75
IL0 (00-1)	04	06	71	49	07,0
LB	70	39	09	43	02,75

Ce sont les moyennes de ces différents nombres que nous allons interpréter.

3.5.2. Discussions

Les moyennes des nombres des graines trouées sont représentées par la figure 16.

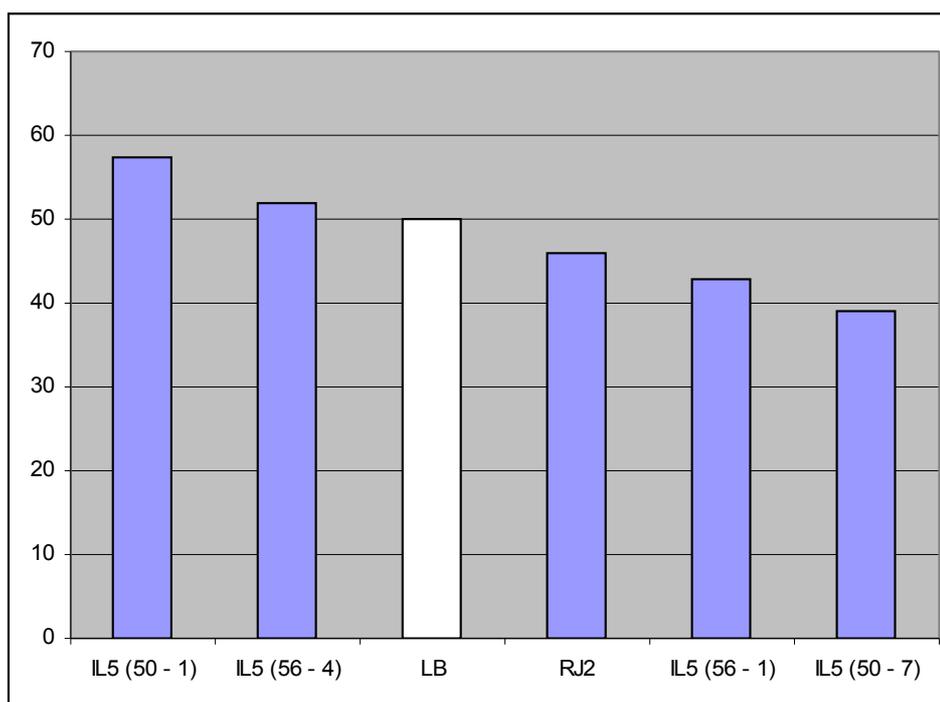


Figure 16: Graines présentant des trous

Les variétés *IL5 (50 - 1)* et *IL5 (56 - 4)* ont des nombres moyens des graines présentant des trous supérieurs à celle de la variété témoin mais *RJ2*, *IL5 (56 - 1)*, et *IL5 (50 - 7)* ont les moyennes inférieures à celle du témoin.

IL5 (56-4) possède une moyenne de nombre de trous plus élevée par rapport à *IL5 (50-1)*, alors que cette variété *IL5 (56 - 4)* présente moins de graines trouées. Les 136.25 trous de *IL5 (56-4)* se répartissent sur 52 graines tandis que les 132.5 trous de la variété *IL5 (50-1)* se répartissent sur 57.5 graines. La variété *IL5 (56-1)* possède une moyenne des nombres de trous supérieure à des moyennes des variétés *RJ2* et *LB* alors qu'elle possède une moyenne des nombres de graines présentant des trous inférieure à celles de ces deux dernières variétés. La répartition des trous de la variété *IL5 (56-1)* est donc plus faible que celle de la variété *RJ2* et de la variété *LB*.

Tableau XXV: Tableau d'analyse de la variance du nombre des graines à trous

Source de variation	SC	dd	MC	F_c	F_a	Signification
Variétésr	890,88	5	178,18	1.35	2.77	NS
Erreur	2373,75	18	131,88			
Total	3477.25	23				

D'après cette valeur de la variable sous H_0 , nous n'avons pas de différence significative entre les moyennes du nombre des grains présentant des trous pour chaque variété. Cela vient de la comparaison des valeurs théoriques de F et de sa valeur calculée, $F_c < F_a$.

Pour toutes les variétés, l'effet mécanique dû à la sortie des adultes sont les mêmes. En effet, la nature du tégument du grain du haricot quelque soit la variété n'influence pas la sortie des adultes.

3.6. Résultats et discussions sur les pertes en poids

3.6.1. Résultats

Tableau XXVI: Perte en poids (%)

Répétitions	1	2	3	4	Moyennes
Variétés					
<i>RJ2</i>	3,85	5,60	6,31	8,48	6,06
<i>IL5 (50-7)</i>	2,63	6,96	6,19	6,06	5,46
<i>IL5 (56-4)</i>	5,51	9,98	4,50	7,33	6,83
<i>IL5 (56-1)</i>	6,43	8,45	6,88	7,95	7,43
<i>IL5 (50-1)</i>	4,49	6,86	7,30	4,46	5,78
<i>LB</i>	11,14	5,50	4,51	9,64	7,7

Les valeurs en pourcentage sont transformées en ASINH (arc sinus hyperbolique).

Tableau XXVII: Transformation en Asinh : valeur initiale en pourcentage.

Répétitions Variétés	1	2	3	4	Moyennes
<i>RJ2</i>	2,06	2,42	2,54	2,83	2,46
<i>IL5 (50-7)</i>	1,69	2,64	2,52	2,50	2,34
<i>IL5 (56-4)</i>	2,41	3,00	2,21	2,69	2,58
<i>IL5 (56-1)</i>	2,56	2,83	2,63	2,77	2,7
<i>IL5 (50-1)</i>	2,21	2,62	2,69	2,20	2,43
<i>LB</i>	3,11	2,41	2,21	2,96	2,67

3.6.2. Discussions

La figure 17 suivante montre les moyennes de perte en poids de chaque variété.

Perte en poids

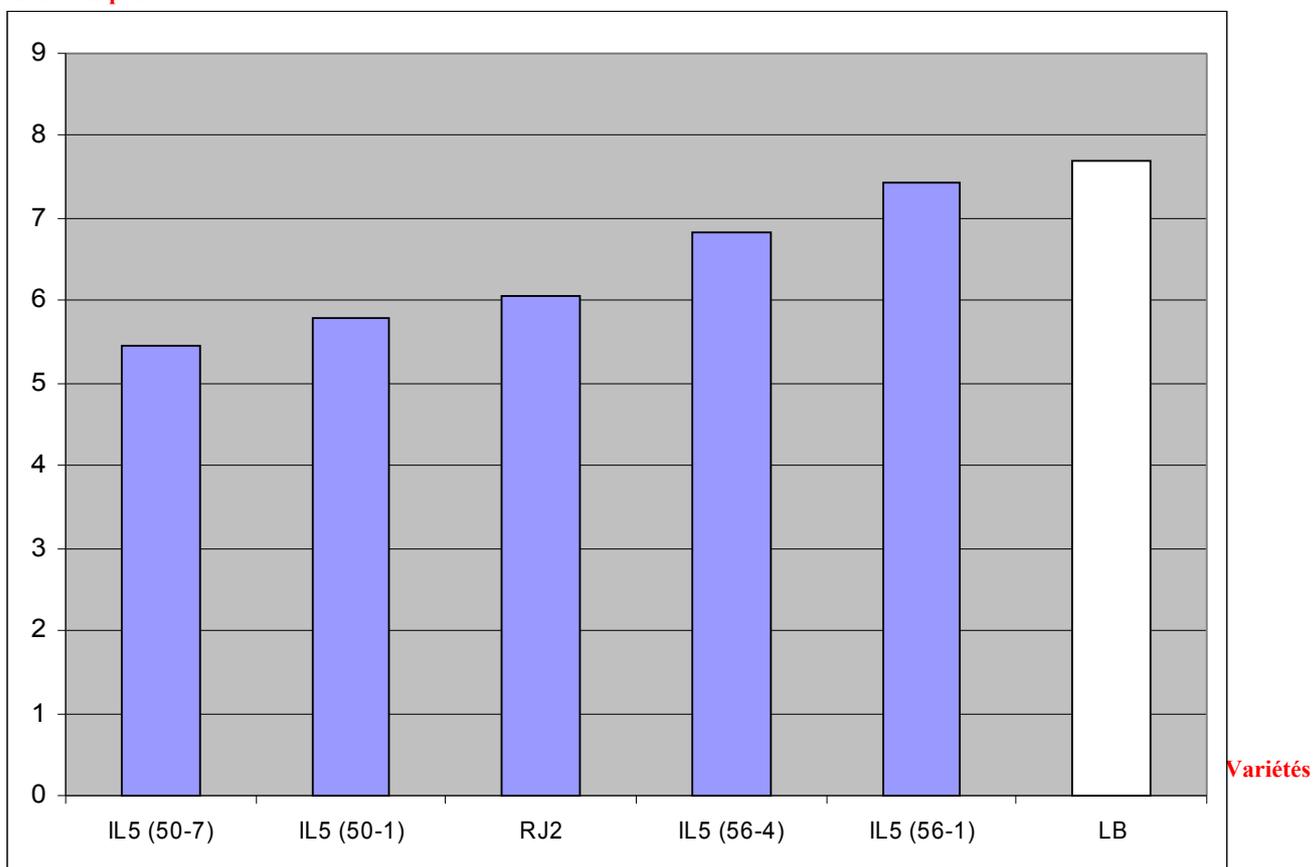


Figure 17: Pertes en poids

La variété **LB** utilisée comme témoin possède la moyenne de perte en poids la plus élevée dont la valeur est de 7.70%. La variété **IL5 (50 –7)** a la moyenne de perte en poids la plus faible qui est de 5.46%. Entre ces deux variétés extrêmes, **IL5 (50 –7)** et **LB**, nous avons des moyennes de perte en poids intermédiaires. Nous avons les variétés suivantes, **IL5 (50 – 1)**, **IL5 (56 –4)**, **IL5 (56 –1)** et **RJ2** dont les valeurs de perte en poids respectives sont 7,43%, 6,83%, 6,06% et 5,78%. Du point de vu perte en poids on peut dire pour le moment que la variété **IL5 (50 – 7)** tolère *A. obtectus* mais on doit vérifier cette affirmation par l'analyse de la variance en utilisant le tableau XXVII. D'après la formule que nous avons utilisée le nombre des graines « saines » (N_s) et trouées (N_a), les poids de ces graines « saines » (P_s) et trouées (P_a). Quand P_s et N_s augmentent le pourcentage de perte en poids diminue c'est pourquoi la variété **IL5 (50 – 7)** a la perte en poids la plus faible car elle possède un nombre de graines trouées le plus faible c'est-à-dire que N_s est élevé. La variété **LB** possède la perte en poids la plus élevée du fait que le poids P_s de **LB** est élevé.

Tableau XXVIII: Tableau d'analyse de la variance des pertes en poids

Sources de variation	SC	dd l	MC	F_c	F_α	Signification
Variétés	0,40	5	0,08	0,72	2.77	NS
Erreur	2,04	18	0,11			
Total	2,44	23				

La valeur théorique ou valeur critique de la variable est de 2.77. Par conséquent la valeur la valeur calculée F_c est inférieure à la valeur théorique. Alors l'hypothèse nulle, est acceptée. Les pertes en poids des six variétés ne présentent pas des différences significatives.

Pour avoir une vue d'ensemble des phénomènes précédents, nous allons les récapituler dans un tableau.

Tableau XXIX: Récapitulations des différentes moyennes

Observations Variétés	Nymphe	Grains à nymphe	Adultes émergeantes	Trous	Grain à trous	Perte en poids (%)
<i>RJ2</i>	85,25	39,5	127	103,5	46	6,06
<i>IL5 (50-7)</i>	88,25	38	92.5	93,75	39	5,46
<i>IL5 (56-4)</i>	143	52.25	142.75	136,25	52	6,23
<i>IL5 (56-1)</i>	120	46.25	121	113	42,75	7,43
<i>IL5 (50-1)</i>	106,5	50.5	128.75	132.5	57,5	5,78
<i>LB</i>	168	61	115,75	111	52,75	7,7
Significations	S	S	NS	NS	NS	NS

On observe en dernière ligne de ce tableau que tous les paramètres nymphes et graines présentant des nymphes indiquent la présence des différences significatives, jusqu'à l'obtention du stade nymphal, il y a des variétés favorisant le développement de *Acanthoscelides obtectus*, et le développement des nymphes en adultes est le même. Ces paramètres sont les adultes émergentes à partir des nymphes, de trous de sorties de ces adultes, des graines présentant des trous. Les pertes en poids ne présente pas aussi une différence significative..

Bien les moyennes de chaque observation ne présentent pas des différences significatives, la variété *IL5 (50 – 7)* garde presque toujours la dernière place en parlant les cinq premières variables qui sont les nombres de nymphes, de graine à nymphe, des adultes émergeantes, de trous et des graines trouées. Cela entraîne le faible perte en poids de la variété *IL5 (50 – 7)*. Autrement dit, cette dernière tient une meilleure tolérance par rapport aux autres variétés qui sont *LB, RJ2, IL5 (56 – 1), IL5 (56 – 1)* et *IL5 (50 – 1)*. Ces dernières variétés se changent de rang au cours des différentes variables, on a des variétés présentant

plus de nymphe, mais présentant moins des graines attaquées par ces nymphes, les nymphes se répartissent moins sur les graines. On a aussi des variétés présentant plus de nymphes mais présentant moins des adultes émergeantes, puis on a des variétés à plus d'adultes émergeantes mais à trous de sorties moins élevés. Enfin on observe plus de trous mais à nombre de graines trouées moins élevé.

Voilà pour ces résultats et discussions. Quels sont donc les intérêts pédagogiques qu'on peut tirer à partir de ce travail ?

4. INTERETS PEDAGOGIQUES

4. INTERETS PEDAGOGIQUES

Comme nous sommes de futur enseignant cette partie « intérêts pédagogiques » est une partie non négligeable de notre travail. De cette évaluation des dégâts naissent des cours de différentes classes du Lycée ou de l'Education Fondamentale Niveau II des programmes scolaires malgaches de nos jours. Ces cours sont dans les domaines telles que Biologie Végétale, Biologie Animale et Biométrie.

4.1. Biologie végétale

En cette Biologie Végétale, nous prenons la classification et la reproduction chez les plantes à graines

4.1.1. Classification de la plante de haricot

Les cours de SVT de la classe de 5^{ème} et de la classe de 2^{nde} ont besoins de classification des êtres vivants dont les végétaux, en particulier la plante de haricot.

On peut classer le haricot de la façon suivante :

REGNE VEGETAL car c'est un être vivant immobile.

SUPER EMBRANCHEMENT DES PHANEROGAMES car c'est une plante portant de la fleur.

EMBRANCHEMENT DES ANGIOSPERMES car c'est une phanérogame à ovule enfermé dans des carpelles.

CLASSE DES DICOTYLEDONES car c'est une angiosperme à graine deux cotylédons et à feuilles à nervures anastomosées.

SOUS CLASSE DES ROSIDAE, feuilles composées, plante ligneuse.

ORDRE DES ROSALES, ROSIDAE portant deux types de feuilles.

FAMILLE DES LEGUMINOSEAE, ROSALES dont l'ovaire contenant les ovules donnera un fruit gousse ou légume, les racines portent des nodosités.

SOUS FAMILLE DES PAPILIONOÏDEAE, FABACEAE de corolle à deux ailes, à deux carènes et à un étendard.

TRIBU DES PHASEOLEAE, chromosome de formule $2n = 22$.

GENRE *Phaseolus*.

ESPECE *vulgaris* L.

Le haricot est baptisé par LINNE en 1753. De ce fait on le dénomme *Phaseolus vulgaris* L. (1753)

4.1.2. Conséquence de la double fécondation

Selon le programme collège, les enseignants de la Science de la Vie et de la Terre doivent traiter la double fécondation et ses conséquences dans reproduction chez les plantes à fleurs dans la partie Biologie Végétale.

L'élève doit d'abord avoir de connaissances approfondies des constituants d'une fleur pour pouvoir comprendre la conséquence de la double fécondation.

Conséquences de la double fécondation

La fin de la double fécondation entraîne :

- la formation de la graine,
- et la formation du fruit.

1. La formation de la graine

- les graines proviennent du développement de l'oeuf embryonnaire,
- à l'intérieure de la graine se trouvent des réserves (triploïde) et de l'embryon (diploïde), ce dernier vient du développement de l'oosphère et du 1^{er} anthérozoïde, les réserves proviennent de l'oeuf accessoire,
- la graine de haricot est exalbuminée où les substances de réserves s'accumulent à l'extérieur de l'embryon et à l'intérieur des cotylédons.

2. La formation du fruit

-le fruit résulte du développement post - floral de l'ovaire et les autres pièces florales se fanent,

-le fruit protège les graines et les libère à un moment favorable par déhiscence,

-le fruit est un fruit gousse : il provient d'un seul carpelle, au moment de libération des graines ce carpelle transformé s'ouvrant par deux fentes dont l'une correspond à la suture du placenta et l'autre à la nervure principale du carpelle.

4.2. Biologie animale

4.2.1. Classification de l'animal *Acanthoscelides obtectus*

METAZOAIRE INVERTEBRE : être vivant constitué de plusieurs cellules et sans colonne vertébrale.

EMBRANCHEMENT DES ARTHROPODES : présentant des pattes articulées.

SOUS EMBRANCHEMENT DES MANDIBULATES OU ANTENNATES : possédant des mandibules et des antennes.

CLASSE DES INSECTES : ayant trois paires de pattes.

SOUS CLASSE DES PTERIGOTES : insectes qui ont des ailes.

SECTION DES NEOPTERES OLIGONEOPTERES : ailes présentant le jugum, au repos les ailes se replient en arrière du corps, le champ jugal ne comporte qu'une seule nervure longitudinale simple non ramifiée.

ORDRE DES COLEOPTERES : ailes antérieures coriaces dites élytres.

SOUS ORDRE DES POLYPHAGA

SUPER FAMILLE DES PHYTOPHAGOÏDEA

SERIE DES PHYTOPHAGA

FAMILLE DES BRUCHIDAE

SOUS FAMILLE DES BRUCHINAE

GENRE *Acanthoscelides*, BRUCHINAE dont les fémurs postérieurs sont renflés, ornés d'une forte dent basale externe suivie de deux petits denticules sur chaque, les tibia sont droits et le pygidium bien apparent.

ESPECE *obtectus* (Say).

4.2.2. Exemple de développement d'un insecte

A. obtectus ne pond exclusivement que dans les gousses mûres.

-Les oeufs pondus par les femelles sont blancs, elliptiques et mesurent 0.8mm x 0.3mm.

-Après éclosion des oeufs, les larves gagnent les graines dans lesquelles s'enfoncent, les larves sont de type « chrysomélien », elle mesure 0.6 mm x 0.2 mm.

-Peu après son entrée dans le grain, la larve mue pour la première fois et passe au second stade apode du type « rhyncophorien ».

-Après quelques stades, les larves se muent pour devenir une nymphe.

-Les nymphes deviennent alors adultes et enlèvent leurs opercules au niveau des graines et sortent de ses trous.

4.2.3. Alimentation rationnelle

Durée : 2 semaines de 3 heures.

Objectif général : l'élève doit être capable de réaliser une bonne alimentation équilibrée.

Objectifs spécifiques :

- distinguer les différentes formes d'énergie chez les êtres vivants,
- montrer l'importance qualitative de chaque élément nutritif,
- expliquer la nécessité d'avoir différentes rations selon l'âge, l'état de la personne ou ses activités.

Prérequis :

- alimentation de l'homme,
- digestion,
- devenir des nutriments.

Contenus :

TITRE : L 'ALIMENTATION RATIONNELLE [32]

1) Définition :

Une alimentation rationnelle doit satisfaire les besoins de l'organisme, besoin énergétique et besoin qualitatif. Ils dépendent de l'âge, du sexe, de l'état physiologique et de l'activité du sujet, suivant les saisons et les climats.

2) Les rations alimentaires

a) La ration d'entretien

La ration d'entretien est valable pour un homme adulte en bonne santé, au repos relatif (vie sédentaire) dans un milieu à température moyenne. Dans ces conditions, le poids du sujet doit demeurer constant.

Pour un homme de 70 kg, les besoins énergétiques sont de l'ordre de 2300 kilocalories par jour.

Ces besoins peuvent être satisfaits par :

70 g de protides : $4 \times 70 = 280\text{kcal}$

50 g de lipides : $9 \times 50 = 450\text{kcal}$

400 g de glucides : $4 \times 400 = 1600\text{kcal}$

Au total 2330kcal.

Les besoins matériels sont satisfaits :

1°) si les protéines sont par moitié d'origine végétale (céréales) et d'origine animale. Une telle variété aiguise l'appétit, facilite la digestion et apporte une solution au problème de la supplémentation des protéines.

2°) si les lipides sont par moitié d'origine végétale et d'origine animale.

3°) si le ration comporte des légumes vertes et des fruits frais

Les graines de haricot peuvent être prises comme source de protéine végétale.

b) Les différents types de ration

Les divers types de ration

b₁) La ration en fonction de l'âge.

1°) la ration de croissance : pour enfant et adolescent.

La ration de l'enfant doit être, compte tenu de son poids, plus riche que celle de l'adulte en protide, en substances minérales et en vitamines.

Un léger complément d'aliment énergétique est également nécessaire car, par suite de sa petite taille, l'enfant subit une déperdition calorifique relativement plus élevée que celle de l'adulte (loi de surface).

Chez l'adolescent, les besoins en aliments plastique et en vitamine sont encore très élevés, si bien que l'alimentation d'un adolescent doit être une copieuse que celle d'un adulte.

Pour éviter les surmenages digestifs, la ration doit être composée d'aliments sains, faciles à digérer, sont exclus de cette ration toutes les substances qui nuisent à l'acte digestif sans autre profit pour la santé : condiments, épices, alcool...

2°) Le vieillard

Alors que le bilan nutritif de l'adolescent marque une prédominance des entrées sur les sorties, c'est le contraire que l'on observe chez le vieillard. On pourrait donc supposer que chez ce dernier, la ration doit être diminuée par rapport à celle de l'adulte.

En fait, il n'en est rien car, le plus souvent, la vieillesse s'accompagne d'une diminution de l'activité des sucs digestifs et d'une réduction du pouvoir d'assimilation et d'utilisation des principes alimentaires. Ainsi la ration de vieillesse ne doit - elle pas être inférieure à la ration d'entretien.

Le vieillard doit s'abstenir de tous excès alimentaires. Il doit éviter les aliments indigestes entraînant la fatigue de l'estomac et de l'intestin, et doit, pour ce qui concerne les protides, s'en tenir au minimum indispensable pour éviter la fatigue des foies et des reins.

b₂) La ration en fonction du sexe

Normalement, les besoins nutritifs de la femme vont un peu inférieure à ceux de l'homme, mais ils augmentent considérablement à l'occasion de la grossesse, la ration doit emporter un complément de protides, de phosphore et de calcaire, de vitamines. Naturellement, ce complément doit être d'autant plus important que la grossesse est plus avancée.

Pendant l'allaitement, cette ration doit encore renforcer par un complément de glucides et des lipides, destinés à compenser des pertes dues à la sécrétion lactée. Elle ne doit renfermer aucune substance nocive susceptible de passer dans le sang et, de là, dans le lait.

b₃) La ration en fonction de la santé.

Au cours de la maladie, l'organisme est soumis à un jeûne partiel au cours duquel il détruit une partie de ses graisses de réserve et de ses protéines musculaires.

Au cours de la convalescence, il faut donc fournir à l'organisme ainsi affaibli les matériaux qui lui sont nécessaires pour réparer les pertes. D'où la nécessité d'un complément alimentaire fait de glucides, de protides animaux et de vitamines.

4.3. Biométrie

D'après l'analyse statistique que nous pouvons tirer cet intérêt pédagogique.

La Biométrie fait partie du programme de la classe des terminales A, C et D et dans la partie hérédité et génétique.

4.3.1. Historique du programme de l'hérédité et génétique de la classe

de terminale

Nous avons consulté des livres programmes [17][18][28][29][30], on a plusieurs livres qui datent de 1986 jusqu'à l'année scolaire d'aujourd'hui. Le programme de l'hérédité et génétique est présent dans ces livres.

A l'intérieur de ce chapitre nous avons les sous chapitres suivant :

- définitions,
- **notion de variation,**
- monohybridisme,
- polyhybridisme,
- théorie chromosomique de l'hérédité,
- chromosome et détermination de sexe,
- hérédité humaine.

Dans la NOTION DE VARIATION que nous tirons notre intérêt pédagogique.

La NOTION DE VARIATION figure toujours dans les programmes de la classe de terminale C et de la classe de terminale D et non de la classe terminale A. Cette partie du programme a commencé à traiter par la classe de la terminale depuis 1998 jusqu'à l'année scolaire actuelle. Cela veut dire que la Biométrie devient à être considérée, c'est pourquoi on est attirée à mener cette partie comme intérêt pédagogique.

4.3.2. Fiche pédagogique : NOTION DE VARIATION

Les contenus de ce cours sont égaux pour toutes les séries, terminale A, terminale C, terminale D.

4.3.2.1. Les fluctuations

C'est le fait que la valeur d'un caractère n'est pas restée à une seule modalité dans le temps, nombre de population, soit dans l'espace, soit aux travers les individus.

4.3.2.2. Les paramètres caractéristiques d'une distribution

On a plusieurs paramètres, mais les paramètres usuels sont :

a) Le mode

Ce sont des valeurs qui correspondent à des maximums des fréquences.

b) Moyenne arithmétique

La moyenne arithmétique est noté m ou \bar{X} .

C'est le rapport entre la somme des valeurs observées et l'effectif total :

$$m = \frac{\sum n_i x_i}{\sum n_i}$$

c) Variance

La variance est notée v ou σ^2

C'est la moyenne arithmétique des carrées des écarts par rapport à la moyenne arithmétique :

$$v = \frac{\sum (x_i - m)^2 n_i}{\sum n_i}$$

Pour éviter l'erreur due à un calcul long on peut le contracter de manière suivante :

$$v = \frac{\sum x_i n_i}{\sum n_i} - m^2$$

d) Ecart - type

L'écart - type est noté σ .

C'est la racine carrée de la variance :

$$\sigma = \sqrt{v} .$$

e) Courbe de Gauss

La courbe de Gauss ou courbe normale est une courbe de fréquence en forme de cloche, symétrique. Son axe de symétrie passe par l'abscisse égale à la moyenne et parallèle à l'axe des ordonnées.

Une courbe de fréquence se construit par régularisation des contours du polygone de fréquence.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Dans ce travail la difficulté d'évaluer ou de comparer les dégâts causés par ces insectes nuisibles en stock. Les comptages des nymphes et des trous exige beaucoup de temps. Les observations sont difficiles car les nymphes, les trous sont de petite taille.

Pourtant, notre travail nous permet de conclure qu'aucune variété de haricot infestée n'est intacte vis-à-vis de l'insecte *Acanthoscelides obtectus*. Toutes les six variétés sont susceptibles d'être détruites par ce ravageur en stock. Parmi les variables que nous avons prises pour la comparaison des ces dégâts, la comparaison du nombre d'oeufs pondus et le nombre de larve qui perforait les graines nous ont échappé car la prise en charge de ces deux variables entraîne la suppression de l'évaluation par l'intermédiaire du nombre des nymphes, du nombre des adultes émergentes, du nombre des trous et de la perte en poids. Les oeufs pondus par *Acanthoscelides obtectus* et les larves perforant la graine devaient donc évaluer ultérieurement. Dans notre cas, les nymphes doivent être évaluées ultérieurement, en faisant une autre expérience, parce que les nymphes qui cachent à l'intérieur des graines ne peuvent être dénombrées. Le comptage nécessite alors la destruction des graines contenant ces nymphes.

L'intérêt pédagogique de ce mémoire est assez vaste, nous nous limitons à quelques points, plus proche à l'enseignement secondaire. Telles sont les systématiques de l'insectes et de la plante utilisée, le développement larvaire d'un insecte et la biométrie de la classe de terminale au lycée

On voit bien que toutes les variétés testées sont attaquées par *Acanthoscelides obtectus*. Par conséquent, il faut toujours prendre des précautions pour lutter contre ce ravageur en combinant plusieurs méthode de lutte: utiliser des variétés moins vulnérables comme **IL5 (50 - 7)** mais plus productive pour réduire les quantités des produits naturels ou chimiques utilisés car ces produits sont coûteux et nuisibles à la santé de l'homme.

Dans le monde on a des milliers des variétés de haricots. Et nous n'avons pas le temps d'étudier une à une ces variétés. Donc on doit toujours continuer les travaux concernant la recherche des variétés résistantes car c'est un moyen à faible coût pour les agriculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDRIAMALALA N. V., 2003

Amélioration du haricot type lingot blanc en vue d'une future exportation

Mémoire de C. A. P .E. N - ENS - Université d'Antananarivo, 80p.

2. ALLEN D.J, AMPOTO J.K.O., WORTMANN C.S., 1996

Ravageurs, Maladies et Carences Nutritives du Haricot Commun en Afrique, CIAT

Ethiopie, 132 p.

3. BALACHOWSKY A.S., 1962

Entomologie appliquée à l'Agriculture, Tome I, 1^{er} Volume, Librairie et Académie de Médecine, Masson

120 Boulevard Saint Germain Paris VI, 564 p.

4. BOISSARD P., 1997

Cuisine malgache, cuisine créole

Librairie de Madagascar, 144p.

5. CEEMAT, 1988

Conservations des graines en régions chaudes

Paris, 2, 546p.

www.fao.org

6. CIAT, 1986

Main insect pests of stored beans and their control, Study Guide, To be used to supplement to the audiotutorial unit on the same topic ; Scientific content : Aart Van Shoonhoven, Cesar Cardona ; Production : Carlos A. Valencia

CIAT, 40p.

7. CIAT, 1987

Morphologie de la plante de haricot commun, Cahier d'étude, Destiné à être utilisé comme complément de l'unité audiotutorielle traitant le même sujet ; Contenu scientifique : Daniel D.Debouck, Rigoberto Hidalgo ; Production : Fernando Fernandez O., Luz Maria Médina Cali, Colombie, CIAT, 64p.

8. CIAT, 1989

Diversité génétique dans le genre *Phaseolus*, Cahier d'étude, Destiné à être utilisée comme complément de l'Unité Audiotutorielle traitant le même sujet; Contenu scientifique : Daniel D. Debouck; Production : Luz Maria Médina
Cali, Colombie, 52p.

9. DPV / SDC, 1992

Fiche technique de la protection des cultures, Fiche N°20/1992
Fianarantsoa, 4p.

10. FANANTENANA J. O., 2003

Amélioration variétale du haricot blanc type lingot blanc par hybridation en vue d'une future exportation : Campagne 2002 - 2003 à Nanisana
Mémoire de C.A.P.E.N. - ENS - Université d'Antananarivo, 52p.

11. FOFIFA, 2004

Karoka, FAO
Antanimena, 21, 20p.

12. HUBERT P., 1970

LE HARICOT, BDPA
Antananarivo, 20p.

13. KATS E., 2004

Tortillas, haricot et sauce piquante
<http://museum.agropolis.fr>

14. LAUCHAUX C., 2003

Haricots secs à la tomate
<http://pascal.moron.free.fr/rec>

15. LECOMPT M., 1965

L'expérimentation et les engrais
Paris, 92p.

16. LUFFENBURGER A.G., 1953

Le poids du cap

Bulletin de Madagascar, 88, pp.1-95.

17. MINESEB, 1988

Fandaharam - pianarana T12 - ACD

Antananarivo, 96p.

18. MINESEB, 1990

Programmes scolaires T10, T11, T12

Antananarivo, 112p.

19. PERRIER DE LA BATHIE H., 1933

Les plantes introduites à Madagascar

Toulouse, 80p.

20. RABOTOVAO L., 2001

Cours de Biologie Végétale, 1^{ère} Année - ENS.

21. RABOTOVAO L., 2002

Cours de Botanique Systématique, 2^{ème} Année - ENS.

22. RAKOTONINDRAINNY J.M., 2001

Cours de Systématique des Invertébrés, 1^{ère} Année - ENS.

23. RAZAFINDRALAMBO J., 2003

Cours de Biométrie 3^e Année - ENS.

24. Services de la Statistique Agricole, 2003

Annuaire 2003

Antananarivo 110p.

25. SKRYPETZ S., 2000

Haricots secs : situations et perspectives

Le Bulletin bimensuel, 15, 22

www.agr.gc.ca

26. SKRYPETZ S., 2004

Haricots secs : situations et perspectives

Le Bulletin bimensuel, 17, 28

www.agr.gc.ca

27. TOURINAN C., 1999

Médecines naturelles pour la beauté et la santé

www.medecinesnaturelles.com

28. UERP, 1992

Programmes scolaires des lycées de Madagascar pendant la période transitoire

Antananarivo, 84p.

29. UERP, 1995

Lycées PROGRAMMES

Antananarivo, 136p.

30. UERP, 1998

Programmes scolaires T.A, TD et T.C à partir de l'année scolaire 1998 -1999

Antananarivo, 288p.

31. VALNET J., 1985

Traitements des maladies par les légumes, les fruits et les céréales, Maloine S.A.

Paris, 9, 509 p.

32. VINCENT P., 1965

Sciences naturelles classe Terminale C, Vincent

Paris, 228p.

33. ZAFINDRAVOLAHANTA R., 2005

Réactions des variétés introduites de haricot vis - à - vis de la maladie des tâches anguleuses

Mémoire de C. A. P .E. N - ENS - Université d'Antananarivo, 80p.

ANNEXES

ANNEXE I : « haricots secs a la tomate » (recette)

❖ Ingrédients :

- ½ kilogramme de haricot sec
- 1 oignon
- ½ tasse d'huile d'olive
- 2 cuillers à soupe de concentré de tomate
- 2 branches de céleri
- 3 carottes
- sel
- poivre

❖ Réalisation :

- Faire tremper les haricots dans de l'eau la veille.
- Les cuire dans de l'eau mais les égoutter à mi-cuisson.
- Dans une autre casserole, faire revenir l'oignon dans l'huile d'olive et le céleri haché, les carottes, le concentré de tomate dilué dans une tasse d'eau, du sel et du poivre.
- -Laisser cuire un moment avant d'y mettre les haricots et suffisamment d'eau pour les couvrir.
- -Laisser mijoter

ANNEXE II : Calcul permettant d'avoir le tableau d'analyse de la variance (nymphes)

VARIETES	x_{ij}	\bar{X}_j	\bar{X}	$\bar{X}_j - \bar{X}$	$(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)^2$	$(x_{ij} - \bar{X})$	$(x_{ij} - \bar{X})^2$
RJ2	62	85,25	118,50	-33,25	1105,56	-23,25	540,56	-52,33	2738,77
	73					-12,25	150,06	-41,33	1708,44
	105					19,75	390,06	-9,33	87,11
	101					15,75	248,06	-13,33	177,78
IL5 (50 - 7)	60	88,25		-30,25	915,06	-28,25	798,06	-54,33	2952,11
	101					12,75	162,56	-13,33	177,78
	112					23,75	564,06	-2,33	5,44
	80					-8,25	68,06	-34,33	1178,78
IL5 (56 - 4)	148	143,00		24,50	600,25	5,00	25,00	33,67	1133,45
	161					18,00	324,00	46,67	2177,78
	104					-39,00	1521,00	-10,33	106,78
	159					16,00	256,00	44,67	1995,11
IL5 (56 - 1)	128	120,00		1,50	2,25	8,00	64,00	13,67	186,78
	119					-1,00	1,00	4,67	21,78
	151					31,00	961,00	36,67	1344,45
	82					-38,00	1444,00	-32,33	1045,44
IL5 (50 - 1)	93	106,50		-12,00	144,00	-13,50	182,25	-21,33	455,11
	110					3,50	12,25	-4,33	18,78
	148		41,50			1722,25	33,67	1133,45	
	75		-31,50			992,25	-39,33	1547,11	
LB	214	168,00	49,50	2450,25	71,00	5041,00	99,67	9933,45	
	165				22,00	484,00	50,67	2567,11	
	127				-16,00	256,00	12,67	160,45	
	166				23,00	529,00	51,67	2669,45	
Sommes				5217,38		14238,5		35106	

$$n_j = 4$$

$$\gamma_1 = 5$$

$$\gamma_2 = 18$$

La première colonne est les variétés de *Phaseolus vulgaris* utilisées. La deuxième colonne montre les résultats de chaque boîte. La troisième colonne donne les moyennes des nombres de nymphes pour chaque variété. La quatrième colonne donne la moyenne totale. La cinquième colonne calcule les $\bar{X}_j - \bar{X}$ permettant d'obtenir les $(\bar{X}_j - \bar{X})^2$, à la sixième colonne, afin de calculer *SCF* et *MCF*. La septième et la huitième colonne permettent de calculer *SCE* et *MCE*. Et la neuvième et la dixième colonne nous donne la *SCT*. Et voici ces différentes quantités.

$$SCF = \sum_{j=1}^6 n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 20869,5 \quad MCF = \frac{SCF}{\gamma_1} = 4173,9$$

$$SCE = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 = 14238,5 \quad MCE = \frac{SCF}{\gamma_2} = 790,92$$

$$SCT = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2 = 35106 \quad F_c = \frac{MCF}{MCE} = 5,77$$

ANNEXE III : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (grain à nymphe)

VARIETES	x_{ij}	\bar{X}_j	\bar{X}	$\bar{X}_j - \bar{X}$	$(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)^2$	$(x_{ij} - \bar{X})$	$(x_{ij} - \bar{X})^2$
RJ2	30	39,5	46,79	-7,29	53,17	-9,00	9,00	-17,79	281,96
	36					-3,00	12,00	-1,79	117,46
	42					2,00	7,00	-4,79	22,96
	50					1,00	11,00	3,21	1,29
IL5 (50 - 7)	26	38		-8,79	77,29	-12,00	144,00	-2,79	432,29
	50					12,00	144,00	3,21	1,29
	47					9,00	81,00	0,21	0,04
	29					-9,00	81,00	-17,79	317,04
IL5 (56 - 4)	58	52,25		5,46	29,79	0,70	33,07	11,21	120,73
	70					7,70	60,07	13,21	174,46
	30		-17,20			297,07	-11,79	139,04	
	56		3,70			14,07	9,21	84,79	
IL5 (56 - 1)	43	46,25	-0,54	0,29	-3,20	10,07	-3,79	14,38	
	51				4,70	22,07	4,21	17,71	
	50				8,70	76,07	8,21	67,38	
	36				-1,20	1,07	-1,79	117,46	
IL5 (50 - 1)	48	50,5	3,71	13,75	-2,00	7,00	1,21	1,46	
	53				2,00	7,00	7,21	38,04	
	62				11,00	132,00	10,21	231,29	
	39				-11,00	132,00	-7,79	7,71	
LB	72	54,25	7,46	55,63	17,70	310,07	20,21	730,46	
	62				7,70	60,07	10,21	231,29	
	47				-7,20	52,07	0,21	0,04	
	36				-18,20	332,07	-1,79	117,46	
Sommes					229,93		1887,00		3245,96

$$n_j = 4$$

$$\gamma_1 = 5$$

$$\gamma_2 = 18$$

La première colonne contient les variétés de *Phaseolus vulgaris* utilisées. La deuxième colonne montre les résultats de chaque boîte. La troisième colonne donne les moyennes des nombres graines présentant des nymphes pour chaque variétés. La quatrième colonne donne la moyenne totale. La cinquième colonne calcule les $\bar{X}_j - \bar{X}$ permettant d'obtenir les $(\bar{X}_j - \bar{X})^2$, à la sixième colonne, afin de calculer *SCF* et *MCF*. La septième et la huitième colonne permettent de calculer *SCE* et *MCE*. Et la neuvième et la dixième colonne nous donne la *SCT*. Et voici ces différentes quantités.

$$SCF = \sum_{j=1}^6 n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 1474,33 \quad MCF = \frac{SCF}{\gamma_1} = 294,87$$

$$SCE = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 = 1887,5 \quad MCE = \frac{SCF}{\gamma_2} = 104,86$$

$$SCT = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2 = 3245,96 \quad F_c = \frac{MCF}{MCE} = 2,81$$

ANNEXE IV : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (adultes émergentes)

VARIETES	x_{ij}	\bar{X}_j	\bar{X}	$\bar{X}_j - \bar{X}$	$(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)^2$	$(x_{ij} - \bar{X})$	$(x_{ij} - \bar{X})^2$
RJ2	140	127	119,7	7,33	53,78	13,00	169,00	20,33	413,44
	66					-61,00	3721,00	-53,67	2880,11
	144					17,00	289,00	24,33	592,11
	158					31,00	961,00	38,33	1469,44
IL5 (50 - 7)	54	92,5	119,7	-27,17	738,03	-38,50	1482,25	-65,67	4312,11
	114					21,50	462,25	-5,67	32,11
	121					28,50	812,25	1,33	1,78
	81					-11,50	132,25	-38,67	1495,11
IL5 (56 - 4)	173	142,75	119,7	23,08	532,84	30,25	915,06	53,33	2844,44
	141					-1,75	3,06	21,33	455,11
	104					-38,75	1501,56	-15,67	245,44
	153					10,25	105,06	33,33	1111,11
IL5 (56 - 1)	144	121	119,7	1,33	1,78	23,00	529,00	24,33	592,11
	104					-17,00	289,00	-15,67	245,44
	147					26,00	676,00	27,33	747,11
	89					-32,00	1024,00	-30,67	940,44
IL5 (50 - 1)	109	128,75	119,7	9,08	82,51	-19,75	390,06	-10,67	113,78
	118					-10,75	115,56	-1,67	2,78
	166					37,25	1387,56	46,33	2146,78
	122					-6,75	45,56	2,33	5,44
LB	210	106	119,7	-13,67	186,78	104,00	10816,00	90,33	8160,11
	30					-76,00	5776,00	-89,67	8040,11
	114					8,00	64,00	-5,67	32,11
	70					-36,00	1296,00	-49,67	2466,78
Sommes					1595,71		32962,50		39345,33

$n_j = 4$

$\gamma_1 = 5$

$\gamma_2 = 18$

La première colonne contient sont les variétés de *Phaseolus vulgaris* utilisées. La deuxième colonne montre les résultats de chaque boîte. La troisième colonne donne les moyennes des nombres graines présentant des nymphes pour chaque variétés. La quatrième colonne donne la moyenne totale. La cinquième colonne calcule les $\bar{X}_j - \bar{X}$ permettant d'obtenir les $(\bar{X}_j - \bar{X})^2$, à la sixième colonne, afin de calculer *SCF* et *MCF*. La septième et la huitième ligne permettent de calculer *SCE* et *MCE*. Et la neuvième et la dixième colonne nous donne la *SCT*. Et voici ces différentes quantités.

$$SCF = \sum_{j=1}^6 n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 5633,71 \quad MCF = \frac{SCF}{\gamma_1} = 1126,74$$

$$SCE = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 = 28175,25 \quad MCE = \frac{SCF}{\gamma_2} = 1565,29$$

$$SCT = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2 = 33808,95 \quad F_c = \frac{MCF}{MCE} = 0,72$$

ANNEXE V : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (trou)

VARIETES	x_{ij}	\bar{X}_j	\bar{X}	$\bar{X}_j - \bar{X}$	$(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)^2$	$(x_{ij} - \bar{X})$	$(x_{ij} - \bar{X})^2$
RJ2	52	103,5	113,54	-10,04	100,84	-51,50	2652,25	-61,54	3787,38
	75					-28,50	812,25	-38,54	1485,46
	129					25,50	650,25	15,46	238,96
	158					54,50	2970,25	44,46	1976,54
IL5 (50 - 7)	52	93,75		-19,79	391,71	-41,75	1743,06	-61,54	3787,38
	109					15,25	232,56	-4,54	20,63
	129					35,25	1242,56	15,46	238,96
	85					-8,75	76,56	-28,54	814,63
IL5 (56 - 4)	160	136,25		22,71	515,67	23,75	564,06	46,46	2158,38
	142					5,75	33,06	28,46	809,88
	94					-42,25	1785,06	-19,54	381,88
	149					12,75	162,56	35,46	1257,29
IL5 (56 - 1)	110	113		-0,54	0,29	-3,00	9,00	-3,54	12,54
	141					28,00	784,00	27,46	753,96
	91					-22,00	484,00	-22,54	508,13
	110					-3,00	9,00	-3,54	12,54
IL5 (50 - 1)	114	132,5		18,96	359,42	-18,50	342,25	0,46	0,21
	132					-0,50	0,25	18,46	340,71
	167		34,50			1190,25	53,46	2857,79	
	117		-15,50			240,25	3,46	11,96	
LB	198	102,25	-11,29	127,50	95,75	9168,06	84,46	7133,21	
	29				-73,25	5365,56	-84,54	7147,29	
	115				12,75	162,56	1,46	2,13	
	67				-35,25	1242,56	-46,54	2166,13	
Sommes					1495,43		5983,5		21353,2

$$n_j = 4$$

$$\gamma_1 = 5$$

$$\gamma_2 = 18$$

La première colonne contient les variétés de *Phaseolus vulgaris* utilisées. La deuxième colonne montre les résultats de chaque boîte. La troisième colonne donne les moyennes des nombres trous pour chaque variété. La quatrième colonne donne la moyenne totale des trous. La cinquième colonne calcule les $\bar{X}_j - \bar{X}$ permettant d'obtenir les $(\bar{X}_j - \bar{X})^2$, à la sixième colonne, afin de calculer *SCF* et *MCF*. La septième et la huitième colonne permettent de calculer *SCE* et *MCE*. Et la neuvième et la dixième colonne nous donne la *SCT*. Et voici ces différentes quantités:

$$SCF = \sum_{j=1}^6 n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 5369,7 \quad MCF = \frac{SCF}{\gamma_1} = 1342,42$$

$$SCE = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 = 5983,5 \quad MCE = \frac{SCE}{\gamma_2} = 1065,56$$

$$SCT = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2 = 21353,2 \quad F_c = \frac{MCF}{MCE} = 1,30$$

**ANNEXE VI : Calcul des moyennes et les sommes du tableau d'analyse de la variance
(grain à trous)**

VARIETES	x_{ij}	\bar{X}_j	\bar{X}	$\bar{X}_j - \bar{X}$	$(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)$	$(x_{ij} - \bar{X}_j)^2$	$(x_{ij} - \bar{X})$	$(x_{ij} - \bar{X})^2$
RJ2	30	46	46,75	-0,75	0,56	-16,00	256,00	-16,75	280,56
	43					-3,00	9,00	-3,75	14,06
	51					5,00	25,00	4,25	18,06
	60					14,00	196,00	13,25	175,56
IL5 (50 - 7)	23	39		-7,75	60,06	-16,00	256,00	-23,75	564,06
	50					11,00	121,00	3,25	10,56
	52					13,00	169,00	5,25	27,56
	31					-8,00	64,00	-15,75	248,06
IL5 (56 - 4)	62	52		5,25	27,56	10,00	100,00	15,25	232,56
	53					1,00	1,00	6,25	39,06
	41					-11,00	121,00	-5,75	33,06
	52					0,00	0,00	5,25	27,56
IL5 (56 - 1)	33	42,75		-4,00	16,00	-9,75	95,06	-13,75	189,06
	45					2,25	5,06	-1,75	3,06
	53					10,25	105,06	6,25	39,06
	40					-2,75	7,56	-6,75	45,56
IL5 (50 - 1)	54	57,5		10,75	115,56	-3,50	12,25	7,25	52,56
	56					-1,50	2,25	9,25	85,56
	71		13,50			182,25	24,25	588,06	
	49		-8,50			72,25	2,25	5,06	
LB	68	43,25	-3,50	12,25	24,75	612,56	21,25	451,56	
	19				-24,25	588,06	-27,75	770,06	
	48				4,75	22,56	1,25	1,56	
	38				-5,25	27,56	-8,75	76,56	
Sommes	1122		46,75		232,00		2373,75		3264,63

$$n_j = 4$$

$$\gamma_1 = 5$$

$$\gamma_2 = 18$$

La première colonne est les variétés de *Phaseolus vulgaris* utilisées. La deuxième colonne montre les résultats de chaque boîte. La troisième colonne donnent les moyennes des nombres graines présentant des trous pour chaque variétés. La quatrième colonne donne la moyenne totale des graines ayant troué. La cinquième colonne calcule les $\bar{X}_j - \bar{X}$ permettant d'obtenir les $(\bar{X}_j - \bar{X})^2$, à la sixième colonne, afin de calculer *SCF* et *MCF*. La septième et la huitième colonne permettent de calculer *SCE* et *MCE*. Et la neuvième et la dixième colonne nous donnent la *SCT*. Et voici ces différentes quantités.

$$SCF = \sum_{j=1}^6 n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 890,88 \quad MCF = \frac{SCF}{\gamma_1} = 178,18$$

$$SCE = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 = 2373,75 \quad MCE = \frac{SCE}{\gamma_2} = 131,88$$

$$SCT = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2 = 3264,63 \quad F_c = \frac{MCF}{MCE} = 1,35$$

ANNEXE VII : Elaboration du tableau d'analyse de la variance (perte en poids)

VARIETES	x_{ij}	\overline{X}_j	\overline{X}	$\overline{X}_j - \overline{X}$	$(\overline{X}_j - \overline{X})^2$	$(x_{ij} - \overline{X}_j)$	$(x_{ij} - \overline{X}_j)^2$	$(x_{ij} - \overline{X})$	$(x_{ij} - \overline{X})^2$
RJ2	2,06	2,46	2,53	-0,07	0,00	-0,41	0,17	-0,47	0,22
	2,42					-0,04	0,00	-0,11	0,01
	2,54					0,08	0,01	0,01	0,00
	2,83					0,37	0,14	0,30	0,09
IL5 (50 - 7)	1,69	2,34		-0,19	0,04	-0,64	0,42	-0,84	0,70
	2,64					0,30	0,09	0,11	0,01
	2,52					0,18	0,03	-0,01	0,00
	2,50					0,16	0,03	-0,03	0,00
IL5 (56 - 4)	2,41	2,58		0,05	0,00	-0,17	0,03	-0,12	0,01
	3,00					0,42	0,18	0,47	0,22
	2,21					-0,37	0,13	-0,32	0,10
	2,69					0,11	0,01	0,16	0,03
IL5 (56 - 1)	2,56	2,70		0,17	0,03	-0,14	0,02	0,03	0,00
	2,83					0,13	0,02	0,30	0,09
	2,63					-0,07	0,00	0,10	0,01
	2,77					0,07	0,01	0,24	0,06
IL5 (50 - 1)	2,21	2,43		-0,10	0,01	-0,22	0,05	-0,32	0,10
	2,62					0,19	0,04	0,09	0,01
	2,69		0,26			0,07	0,16	0,02	
	2,20		-0,23			0,05	-0,33	0,11	
LB	3,11	2,67	0,14	0,02	0,43	0,19	0,58	0,33	
	2,41				-0,27	0,07	-0,12	0,02	
	2,21				-0,46	0,21	-0,32	0,10	
	2,96				0,29	0,08	0,43	0,19	
Sommes					0,10		2,03		2,44

$$n_j = 4$$

$$\gamma_1 = 5$$

$$\gamma_2 = 18$$

La première colonne contient les variétés de *Phaseolus vulgaris* utilisées. La deuxième colonne montre les résultats de chaque boîte. La troisième colonne donne les moyennes des pertes en poids pour chaque variété. La quatrième colonne donne la moyenne totale des pertes en poids. La cinquième colonne calcule les $\overline{X}_j - \overline{X}$ permettant d'obtenir les $(\overline{X}_j - \overline{X})^2$, à la sixième colonne, afin de calculer *SCF* et *MCF*. Septième et huitième colonne permettent de calculer *SCE* et *MCE*. Et la neuvième et la dixième colonne nous donne la *SCT*. Et voici ces différentes quantités:

$$SCF = \sum_{j=1}^6 n_j (\overline{X}_j - \overline{X})^2 = 0,40 \quad MCF = \frac{SCF}{\gamma_1} = 0,08$$

$$SCE = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \overline{X}_j)^2 = 2,03 \quad MCE = \frac{SCE}{\gamma_2} = 0,11$$

$$SCT = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \overline{X})^2 = 2,44 \quad F_c = \frac{MCF}{MCE} = 0,71$$

ANNEXE VIII : calcul de *ppds*

ppds 5%

$$ppds\ 5\% = s_d \times t_{5\%}$$

$$s_d = \sqrt{2MCE/n_j}$$

*t*_{5%} est une valeur de la table de student .

ppds 1%

$$ppds\ 1\% = s_d \times t_{1\%}$$

$$s_d = \sqrt{2MCE/n_j}$$

*t*_{1%} est une valeur de la table de student .

*n*_{*j*} nombre de répétition

ANNEXE IX : Table de Fischer – Snedeco

Lois de FISCHER-SNEDECOR
FRACILES F_{α} DE LA LOI DE F

$p = 0,95$
 $\alpha = 1 - p = 0,05$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161,4	199,50	215,70	224,80	230,20	234,00	237	239	242	244	248	251	252	253	254
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,04	8,89	8,85	8,79	8,74	8,06	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	5,96	5,91	5,80	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,74	4,68	4,56	4,46	4,43	4,41	4,37
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,06	4,00	3,87	3,77	3,74	3,71	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,64	3,57	3,44	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,35	3,28	3,15	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,14	3,07	2,94	2,83	2,79	2,76	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	2,98	2,91	2,77	2,66	2,62	2,59	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,85	2,79	2,65	2,53	2,49	2,46	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,75	2,69	2,54	2,43	2,38	2,35	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,67	2,60	2,46	2,34	2,30	2,26	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,60	2,53	2,39	2,27	2,22	2,19	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,54	2,48	2,33	2,20	2,16	2,12	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,49	2,42	2,28	2,15	2,11	2,07	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,45	2,38	2,23	2,10	2,06	2,02	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,41	2,34	2,19	2,06	2,02	1,98	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,38	2,31	2,16	2,03	1,98	1,94	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,35	2,28	2,12	1,99	1,95	1,91	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,32	2,25	2,10	1,96	1,92	1,88	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,30	2,23	2,07	1,94	1,89	1,85	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,27	2,20	2,05	1,91	1,86	1,82	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,25	2,18	2,03	1,89	1,84	1,80	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,24	2,16	2,01	1,87	1,82	1,78	1,71
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,22	2,15	1,99	1,85	1,80	1,76	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,20	2,13	1,97	1,84	1,79	1,74	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,19	2,12	1,96	1,82	1,77	1,73	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,18	2,10	1,94	1,81	1,75	1,71	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,16	2,09	1,93	1,79	1,74	1,70	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,08	2,00	1,84	1,69	1,64	1,59	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	1,99	1,92	1,75	1,59	1,53	1,48	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,01	1,91	1,83	1,65	1,49	1,42	1,36	1,25
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,83	1,75	1,57	1,39	1,32	1,26	1,00

ANNEXE X : Table de STUDENT

Lois de STUDENT

T étant une variable de Student à ν degrés de liberté, la table indique la valeur de t qui vérifie $P(|T| \geq t) = \alpha$. C'est ainsi que, si T est une variable de Student à 11 degrés de liberté, on a $P(|T| \geq (0,876)) = 0,40$.

α	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,378	1,753	2,278	2,914	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,929
4	0,134	0,271	0,414	0,589	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,305	2,896	3,335	5,041
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,708	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,610	3,012	4,221
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,743	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,965
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,080	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,856	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	0,859	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	0,848	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Auteur : ANDRINIAINA Harivola Patrick

Adresse : Feramanga - Avaratra - (503) Ambatondrazaka - TOAMASINA.

Directeur : Madame RABOTOVAO Laurence.

Rapporteur : Monsieur VELOMBOLA Second Modeste.

Titre : « ETUDE EN LABORATOIRE DE COMPORTEMENT DE QUELQUES VARIETES DE *Phaseolus vulgaris* L., *IL5 (50 – 1)*, *IL5 (50 – 7)*, *IL5 (56 – 1)*, *IL5 (56 – 4)*, *RJ2* ET *LB* VIS-A-VIS DE *Acanthoscelides obtectus* (Say)»

Nombre de page : 60

Nombre de tableau : 29

Nombre de figure : 17

RESUME

Le problème de stockage des produits agricoles reste toujours la préoccupation majeure des agricultures à Madagascar. En effet, le haricot n'est pas à l'abri d'attaque d'insecte et cela peut commencer au champ en phase de maturité des gousses.

Parmi les insectes ravageurs du haricot en stock, les plus importants sont les bruches en particulier *Acanthoscelides obtectus*

Diverses méthodes de lutte sont possibles pour maîtriser ce ravageur. Parmi ces méthodes de lutte, la méthode de lutte biologique par l'obtention des variétés tolérantes est étudié actuellement, c'est pourquoi l'étude de quelques variétés hybrides, entre variétés locales (*LB*) et variété introduite (*Ikinimba*), qui sont : *IL5 (50 – 1)*, *IL5 (50 – 7)*, *IL5 (56 – 1)* et *IL5 (56 – 4)* et les variétés locales *LB* et *RJ2*, fait l'objet de ce travail. Il s'agit de voir le comportement des six variétés vis-à-vis de *A. obtectus* en stockage.

L'étude a été menée au laboratoire. Elle consiste à réaliser sur infestation artificielle de *A. obtectus* sur des haricots dans des boîtes rondes. Des différents dégâts ont été observés tels que : les nymphes, les graines à nymphes, les adultes, les trous, les graines à trous ainsi que l'évolution du parasitisme. Enfin l'impact sur les pertes en poids du produit stocké.

Quelques soient les variétés testées le développement est le même à partir du stade nymphal. L'évolution du parasitisme est significative jusqu'au stade nymphal en évoquant la sensibilité de la variété locale *LB* et la tolérance de la variété hybride *IL5 (50 – 7)*.

Mots clés : haricot, comportement, *Acanthoscelides obtectus*, variété, ravageur, dégât.