



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



*UNIVERSITE DE BLIDA 1*

*FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE*

*DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES*

*Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master II*

*Sciences de la nature et de la vie.*

*Option : Phytoprotection Durable*

## *Thème*

**Etude de l'effet insecticide d'un champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* et d'un insecticide Triflumuron sur le criquet migrateur *Locusta migratoria***

**RÉALISÉ PAR : M<sup>lle</sup> BELAZIZ SARA ET M<sup>me</sup> LAMRANI ABLA**

Devant le jury :

<b>M<sup>me</sup> MOUMENE S.</b>	<b>M .C.B</b>	<b>U.S.D.B1</b>	<b>Présidente.</b>
<b>M<sup>lle</sup> OUTTAR F.</b>	<b>M .C. B</b>	<b>U.S.D.B1</b>	<b>Promotrice.</b>
<b>M<sup>r</sup> MAHDJOUBI Dj.</b>	<b>M. A. A</b>	<b>U.S.D.B1</b>	<b>Co-promoteur</b>
<b>M<sup>me</sup> BELGUENDOZ R.</b>	<b>M .C. B</b>	<b>U.S.D.B 1</b>	<b>Examinatrice.</b>

**ANNEE UNIVERSITAIRE : 2015/2016**

# Dédicaces

*Ce travail qui marque la fin de mes études, c'est le moment pour moi de partager cette joie avec les êtres qui me sont les plus chers, dont beaucoup sont des guides pour la réussite de mes études.*

*Je dédie ce travail :*

*A mes très chers parents « la lumière de ma vie » qui se sont donnés à fond pour que leur fille tienne sa tête sur ses épaules.*

*A mes chères sœurs que j'aime : Hadjer, Zineb, Rofaida et Anfel*

*A mes chers frères que j'aime : Khalef, Aymen, Zakaria et Abdeladime*

*A mes très chères grand-mère : Zoubida et Yamina*

*A la mémoire de mon grand-père « Ali »*

*A ma très chère grand-père « Ahmed »*

*A ma très chère ami « Abla »*

*A mon fiancé « Aziz », pour son soutien morale, sa confiance et son bon sens durant cette période de thèse. Que ceci lui restera en mémoire.*

*SARA*

*Je m'incline devant allah tout puissant qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidé la franchir.*

*Je dédie ce modeste travail:*

*A ma mère « Djamila » source d'affectation de courage et d'inspiration qui a autant sacrifié pour me voir atteindre ce jour.*

*A Mon chère père « Mourad » qui est jamais cessé de m'encourager, pour leurs sacrifice, sans leur soutien je n'aurais jamais pu y aller jusqu'au bout, je vous souhaiter une longue vie Maman et Papa.*

*A mon chère mari « Nedjmeddine » pour son aide, ces conseils son encouragement sa confiance et son suivie contenu pour mes études, il était un enseignant et un ami pour moi.*

*A mon frère que j'aime « Mohamed ali »*

*A ma petite sœur que j'aime « Fatma »*

*A ma très chère ami « Sara »*

*Abla*

# REMERCIEMENTS

A l'issue de ce modeste travail de recherche, nos reconnaissances respectueuses vont d'abord à notre promotrice **M<sup>lle</sup> .OUTTAR F.**, Enseignante au département des Biotechnologies Faculté des sciences de la nature et la vie à l'Université de Blida pour ses enseignements, ses orientations, sa gentillesse et son soutien permanent.

✚ **Mr. MAHDJOUBI Dj.**, Enseignant au département de Biotechnologies Faculté des sciences de la nature et la vie à l'Université de Blida pour ses orientations et sa gentillesse.

✚ **M<sup>me</sup> MOUMENE S.**, Enseignante au département de Biotechnologie Faculté des sciences de la nature et la vie à l'Université de Blida pour l'honneur de présider notre jury et aussi pour ses conseils et ses encouragements.

✚ **M<sup>me</sup> BELGUENDOZ R.**, Enseignante au département de Biotechnologie Faculté des sciences de la nature et la vie à l'Université de Blida pour avoir accepté d'examiner notre travail et pour sa sympathie et sa gentillesse.

✚ **Mr. LAZAR M.**, chef de département de lutte antiacridienne à l'institut national de la protection des végétaux d'El Harrach à Alger pour leur aide, leur orientation et leur encouragement.

✚ **Mr. BILEL**, ingénieur au laboratoire de département de lutte antiacridienne à l'institut national de la protection des végétaux d'El Harrach à Alger pour leur conseils et leur aide

✚ **Mr. MORADE**, technicien et responsable d'élevage des criquets à l'institut national de la protection des végétaux d'El Harrach à Alger pour leur orientations et leur serviabilité durant tout la période de stage

✚ Mes plus vifs remerciements et un grand respect vont également à **Mr. DJAZOULI** et **M<sup>me</sup> AMINA** respectivement Chargée de cours et ingénieur de laboratoire au département de Biotechnologies Faculté des sciences de la nature et la vie à l'Université de Blida, pour m'avoir facilité l'accès à leurs laboratoires, leur serviabilité, leur aide, leur gentillesse et surtout pour leur modestie.

✚ **M<sup>me</sup> BELAZIZ A.** et son mari **Mr. REBAIENE A.** respectivement Pharmacienne et Enseignant à l'institut d'archéologie à Alger pour leurs conseils, leurs encouragements, leur inquiétude, leur gentillesse et leur modestie.

✚ **M<sup>lle</sup> BENABDEAZIZ W.** ma meilleure amie pour ces orientations, sa gentillesse et son aide.

✚ **Mr. DOUMANDJI S.E.**, Professeur au département de Zoologie agricole et forestière à l'E.N.S.A. D'EL-HARRACH pour leur aide et sa gentillesse.

✚ Et enfin, à toutes mes amies et mes collègues. et toutes les personnes qui me connaissent de près ou de loin.

# Liste des abréviations

**L1:** Larve de premier stade.

**L4 :** Larve de quatrième stade.

**L2:** Larve de deuxième stade

**L3 :** Larve de troisième stade

**L5 :** Larve de cinquième stade

**T.F.M.:** Triflumuron

**IGR:** Insect growth regulators

**UBV :** ultra bas volume

**I.N.P.V. :** Institut National de la Protection des Végétaux

**D :** Dose

**I.C. :** Indice de consommation

**E.C.I. :** Efficacité de conversion de la nourriture ingérée

**E.C.D. :** Efficacité de conversion de la nourriture digérée

**C.U.D. :** Coefficient d'utilisation digestif

**I.Cr. :** Indice de croissance

**BSA :** sérumalbumine bovine

**T :** témoin

**M :** Moyenne.

**Et :** Ecart type.

**Pr :** Probabilité

**j :** Jour.

**C :** Concentration.

**V :** Volume.

**DL :** Dose létale.

# Liste des tableaux

	<b>Page</b>
<b>Tableau 1 :</b> La préparation des solutions de la gamme étalon et les échantillons...	39
<b>Tableau 2 :</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur L'évolution pondérale des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	45
<b>Tableau 3 :</b> Effet de Triflumuron sur l'évolution pondérale des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	45
<b>Tableau 4:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur le gain du poids des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	46
<b>Tableau 5:</b> Effet de Triflumuron sur le gain du poids des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	46
<b>Tableau 6:</b> de <i>M. anisopliae</i> sur l'ingera des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	48
<b>Tableau 7:</b> Effet de Triflumuron sur l'ingera des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	48
<b>Tableau 8:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur l'egesta des larves L5 de <i>L. migratoria</i> ...	49
<b>Tableau 9:</b> Effet de Triflumuron sur l'egesta des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	49
<b>Tableau 10:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur l'indice de consommation des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	51
<b>Tableau 11:</b> Effet de Triflumuron sur l'indice de consommation des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	51
<b>Tableau 12:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	52
<b>Tableau 13:</b> Effet de Triflumuron sur l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	52
<b>Tableau 14:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur l'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	53
<b>Tableau 15:</b> Effet de Triflumuron sur l'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	54

<b>Tableau 16:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur le coefficient d'utilisation digestif des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	55
<b>Tableau 17:</b> Effet de Triflumuron sur le coefficient d'utilisation digestif des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	55
<b>Tableau 18:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur l'indice de croissance des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	56
<b>Tableau 19:</b> Effet de traitement par ingestion de Triflumuron sur l'indice de croissance des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	56
<b>Tableau 20:</b> Effet de <i>M. anisopliae</i> sur la concentration des protéines hémolymphatiques des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	58
<b>Tableau 21:</b> Effet de Triflumuron sur la concentration des protéines hémolymphatiques des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	58



# Liste des figures

	<b>Page</b>
<b>Fig.1</b> : Oothèque de <i>Locusta migratoria</i> .....	06
<b>Fig.2</b> : Bouchon spumeux d'une oothèque de <i>Locusta migratoria</i> .....	06
<b>Fig.3</b> : les traces de ponte .....	08
<b>Fig. 4:</b> Conidiophore et conidie de <i>Metarhizium</i> .....	15
<b>Fig5</b> Conidies de <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
<b>Fig6:</b> Cages utilisées pour l'élevage des adultes.....	20
<b>Fig7:</b> Cages utilisées pour l'élevage des larves .....	21
<b>Fig8</b> : Cycle biologique de <i>Locusta migratoria</i> .....	22
<b>Fig.9</b> : Larve L3 de <i>Locusta migratoria</i> .....	23
<b>Fig.10</b> : Larve L4 de <i>Locusta migratoria</i> .....	23
<b>Fig.11</b> : Larve L5 de <i>Locusta migratoria</i> .....	24
<b>Fig12</b> : Mue imaginale de <i>L. migratoria</i> .....	24
<b>Fig.13</b> : <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>acridum</i> .....	25
<b>Fig.14</b> : Préparation de la solution mère .....	26
<b>Fig.15</b> : Les différentes étapes de la préparation des dilutions et le comptage des spores.....	27
<b>Fig.16</b> : Le Triflumuron T.F.M. (Alsystin).....	28
<b>Fig.17</b> : protocole expérimentale utiliser pour étudier l'effet de <i>M. anisopliae</i> var <i>acridum</i> ; Triflumuron, l'eau distille sur l'activité alimentaire et le gain du poids chez les larves L5 de <i>L.migratoria</i> .....	30
<b>Fig.18</b> : Protocole expérimental utilisé pour l'étude de l'effet de chacun des trois produits sur les protéines hémolympatiques des L5 de <i>L. migratoria</i> .....	34

<b>Fig.19</b> : Les différentes étapes suivies pour le dosage quantitatif des Protéines hémolympatiques des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	36
<b>Fig.20</b> : Larve L5 de <i>L. migratoria</i> rougeâtre après le traitement par <i>M. anisopliae</i> .....	39
<b>Fig.21</b> : L'évolution pondérale des larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée.....	42
<b>Fig.22</b> : Gain du poids chez les larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée .....	44
<b>Fig.23</b> : L'évolution pondérale des ingesta des larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée .....	46
<b>Fig.24</b> : L'évolution pondérale des egesta des larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée.....	48
<b>Fig.25</b> : L'indice de consommation des larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée .....	50
<b>Fig.26</b> : L'indice de croissance des larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée .....	52
<b>Fig.27</b> : L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée.....	54
<b>Fig.28</b> : L'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves L5 de <i>L. migratoria</i> traitées aux <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée .....	55

**Fig.29 :** Coefficient d'utilisation digestif (C.U.D.%) Des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée ..... 57

**Fig.30 :** Courbe de référence exprimant les absorbances à 595 nm en fonction des Concentration de BSA en  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ..... 59

**Fig. 31 :** La concentration des protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée au 4<sup>ème</sup> et au 8<sup>ème</sup> jour ..... 60

# Sommaire

	<b>Page</b>
Introduction générale .....	2
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b> .....	<b>4</b>
1- Données bibliographiques sur le criquet migrateur <i>Locusta migratoria</i> .....	5
1.1-Position systématique .....	5
1-2.Morphologie et Description.....	5
1.2.1. L'œuf .....	6
1.2.2. Les larves.....	7
1.2.3. Les adultes.....	7
1.3-cycle biologique .....	7
1.3.1- l'accouplement .....	7
1.3.2-la ponte et développement embryonnaire .....	8
1.3.3.Développement larvaire .....	9
1.3.4.La vie imaginale.....	9
1.3.5-Polymorphisme phasaire .....	10
1.4. Régime alimentaire de criquet migrateur .....	10
1.5. Aires de répartition du criquet migrateur .....	10
1.6. Dégâts .....	10
1.7. Les méthodes de lutte.....	11
1.7.1. La lutte mécanique .....	11
1.7.2. La lutte écologique .....	11
1.7.3.La lutte chimique .....	11
1.7.4. La lutte biologique .....	11
<b>II. Données bibliographiques sur <i>Metarhizium anisopliae</i></b> .....	<b>14</b>
2.1. Généralités .....	14
2.2. Systématique .....	14

2.3. Identification .....	14
2.4. Morphologie.....	14
2.5. Pathogénicité .....	15
2.6 Formulation .....	16
2.7 Application .....	17
3. Données bibliographiques sur le Triflumuron (T.F.M.).....	17
3.1. Généralités sur les dérégulateurs de croissance (IGRs ou Insect growth regulators).....	17
3.2. L'efficacité des dérégulateurs de croissance.....	18
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes de travail .....</b>	<b>20</b>
1. Matériel biologique.....	20
1.1. Les criquets.....	20
1.2. Les produits testés .....	25
1.2.1. Le champignon entomopathogène : <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>acridum</i> .....	25
1.2.2. Comptage des spores et détermination des concentrations.....	25
1.2.2.1. Préparation de la solution mère.....	25
1.2.2.2. Préparation des dilutions.....	26
1.2.3. Le dérégulateur de croissance:Triflumuron (T.F.M.) .....	28
2. Matériel et produits utilisés .....	28
3. Méthodes.....	28
3.1. Étude de l'effet de <i>M. anisopliae</i> var <i>acridum</i> et le Triflumuron sur la morphologie, l'activité alimentaire et l'évolution pondérale des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	29
3.2. Effet sur la consommation journalière des larves L5.....	31
3.3. Evaluation des indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture.....	31
a)Indice de consommation (I.C.) .....	31

b) Pourcentage d'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.%) ..	31
c) Pourcentage d'efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D. %)..	32
d) Pourcentage du coefficient d'utilisation digestif (C.U.D. %) .....	32
e) Indice de croissance (I.Cr.) .....	32
3.4. Etude de l'effet de <i>M. anisopliae var acridum</i> et le Triflumuron sur les protéines hémolymphatiques des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	33
3.4.1. Dosage quantitatif des protéines.....	34
3.5. Analyse statistique.....	37
<b>Chapitre III : Résultats</b> .....	38
1. L'effet de <i>M. anisopliae</i> et Triflumuron sur la morphologie des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	39
2. L'effet de <i>M. anisopliae</i> , Triflumuron et l'eau distillée sur l'évolution pondérale, le gain du poids et l'activité alimentaire des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	41
2.1. Effet sur l'évolution pondérale.....	41
2.2. Effet sur le gain du poids.....	43
3. Effet sur l'activité alimentaire.....	45
3.1. Effet sur la consommation journalière des larves L5.....	45
3.1.1. Effet sur l'ingera .....	45
3.1.2. Effet sur l'egesta.....	48
3.2. Effet sur les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture.....	50
3.2.1. Indice de consommation (I.C.) .....	50
3.2.2. Indice de croissance (I.Cr.) .....	51
3.2.3. Efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.).....	53
3.2.4. Efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D.).....	55
3.2.5. Indice de croissance (I.Cr.) .....	56
4. L'effet de deux produits et l'eau distillée sur le taux des protéines hémolymphatiques des larves L5 de <i>L. migratoria</i> .....	59









# Introduction

## générale

# Introduction générale

Les acridiens sont connus depuis longtemps comme de grands ravageurs, ils occupent une place très importante parmi les insectes nuisibles pour l'agriculture (UVAROV, 1977 ; POPOV, 1980).

Ils constituent souvent en régions chaudes, la biomasse la plus importante de l'entomofaune des cultures, des friches, des jachères ainsi que des pâturages. On trouve couramment 10 à 15 espèces dans chaque type de biotope (LAUNOIS- LUONG et al., 1988). Il existe au moins 12 000 espèces d'acridiens, dont les principales susceptibles de revêtir une importance économique par l'ampleur des dégâts qu'elles peuvent occasionner aux cultures sont d'environ 500 espèces (OULD EL HADJ, 1992).

Parmi les criquets ennemis des cultures sahéliennes, le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) constitue un ravageur majeur en période d'invasion. Les dégâts sont essentiellement limités aux graminées (mil, maïs, riz, canne à sucre, blé...) (LAUNOIS-LUONG ET LECOQ, 1989) ; accroissant ainsi le risque d'érosion sociale et de pauvreté (ZAKARIA et SAGNIA, 2003).

Le criquet migrateur occupe une très grande extension géographique. De nombreuses sous espèces plus ou moins nettes ont été décrites principalement en Afrique, à Madagascar, en Asie orientale, en Australie et en région méditerranéenne (DURANTON et al., 1982).

La lutte antiacridienne demeure l'une des préoccupations majeures dans les stratégies de protection des cultures (ZAKARIA et SAGNIA, 2003). Les mesures préventives ont déjà donné quelques résultats positifs ce qui est très encourageant (DURANTON et LECOQ, 1990). Cependant, les méthodes actuelles de lutte curative utilisent des produits insecticides liquides dont les matières actives appartiennent à la famille des organophosphorés, des pyréthriinoïdes et des carbamates de synthèse. Ces préparations se sont révélées à la fois très efficaces sur le criquet mais aussi néfastes sur de nombreuses autres espèces animales du biotope. Les insecticides provoquent une accumulation significative de matière active dans les écosystèmes traités, ils sont d'emploi délicat pour la santé de l'homme et contribuent au développement d'insectes résistants (De VISSCHER, 1991 ; LECOQ, 1991; RACHADI, 1991; ABBASSI et al., 2005; MAMADOU et al., 2005).

Comme dans de nombreux cas, une pullulation massive ne peut être empêchée, il s'avère judicieux de trouver d'autres méthodes d'intervention.

En effet, de nouvelles mesures préventives ainsi que de nouveaux produits sont continuellement recherchés pour assurer d'une part une protection efficace de la production agricole et d'autre part contribuer à une gestion durable de l'environnement (BARBOUCHE et al., 2001).

Les champignons entomopathogènes qui infectent les criquets font surtout partie de la sous division des Deuteromycotina : les espèces *Metarhizium anisopliae*, *M. flavoviride* et *Beauveria bassiana* semblent infecter la plupart des acridiens (GREATHEAD et al., 1994). Les qualités d'efficacité acridicide, de biodégradabilité, de relative spécificité des mycopesticides les font considérer comme une intéressante alternative par rapport aux pesticides chimiques classiques (WELLING et ZIMMERMAN, 1997). De multiples travaux (ZIMMERMAN et al., 1994 ; WELLING et al., 1995 ; STEPHAN et al., 1997, HALOUANE et al., 2001 ; SCANLAN et al., 2001) ont montré l'efficacité de l'entomopathogène *Metarhizium anisopliae* et de *Beauveria bassiana* contre les locustes africaines *Locusta migratoria* et *Schistocerca gregaria*.

Plusieurs travaux de recherche ont été faits en Algérie dans le cadre de lutte biologique contre les acridiens. Citant ceux de HALLOUANE (1997), BISSAD (1998), BENSSAAD (1999), HADDADJ (2001), BISSAD (2002), KAIDI (2004), HEMOUR (2005), OUTTAR (2006), DJEZZAR (2007), KAIDI (2007), HALLOUANE (2008) et HEMOUR (2009), OUTTAR (2009), BEZAZE (2006), ALLACHE (2005).

C'est dans ce concept que ce travail s'inscrit et notre objectif essentiel de comparer l'effet de *Metarhizium anisopliae*, et le Triflumuron sur les différents paramètres physiologiques des larves L5 de *Locusta migratoria*, ainsi que leur effet sur les protéines hémolympathiques

# Chapitre I

## Synthèse bibliographique

## *Chapitre I : Synthèse bibliographique*

### **1. Données bibliographiques sur le criquet migrateur « *Locusta migratoria* »**

#### **1.1-Position systématique**

Le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) est très largement répandu dans l'Ancien Monde. On le trouve en Afrique, au sud du Sahara, dans la péninsule Arabique et Indo-Pakistanaise, en Europe ainsi que sur les bords de la Méditerranée, en Asie orientale ainsi qu'en Australie. (CIRAD, 2007)

Selon LOUVEAUX et BEN-HALIMA(1987) le criquet migrateur est classé selon la nomenclature suivante :

- Classe : Insectes
- Sous-classe : Ptérygotes
- Super-ordre : Orthoptéroïdes
- Ordre : Orthoptères
- Sous-ordre : Caelifères
- Super-famille : Acridoidae
- Famille : Acrididae
- Sous-famille : Oedipodinae
- Genre : *Locusta*
- Espèce : *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

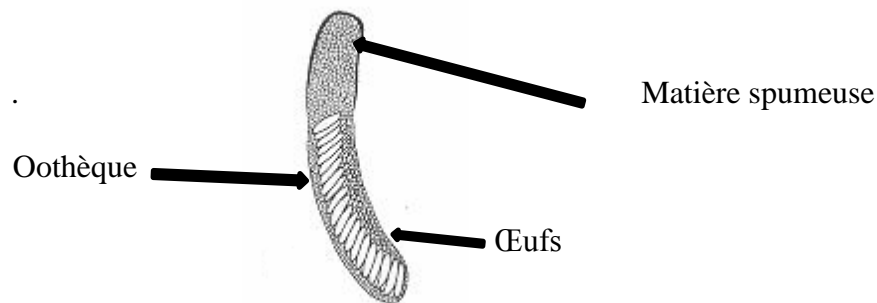
#### **1-2.Morphologie et Description**

Selon DURANTON et al (1982), le criquet migrateur présente une taille comprise entre 54 à 72 mm chez la femelle et 42 à 55 mm chez le mâle il se caractérise par des antennes longues et fines ; un corps vert chez les adultes solitaires et uniformément jaune et noir avec un pronotum sélliforme chez les grégaires.

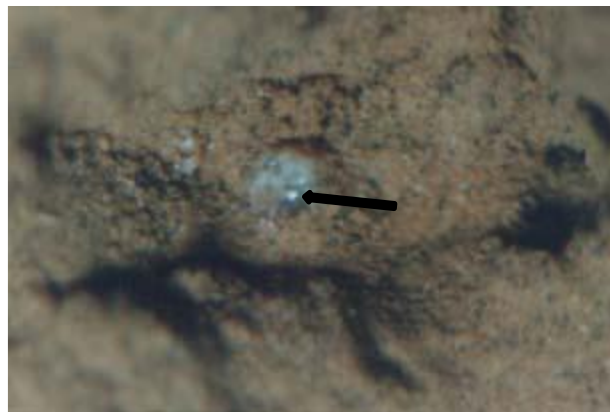
## Chapitre I : Synthèse bibliographique

### 1.2.1. L'œuf

L'œuf de *Locusta migratoria* présente une forme allongée et incurvée, à extrémité arrondie, d'une couleur brun clair et d'une taille variant de 5.5 à 7mm. Les œufs sont déposés dans le sol à l'intérieur d'une oothèque suivant un arrangement particulier grâce à une pièce sclérifiée : le guide de l'œuf. La disposition des œufs dans l'oothèque diffère selon les espèces. Chez le criquet migrateur, elle est bilatérale. La masse ovigère qui est constituée d'œufs et de l'oothèque (Fig.1) est surmontée d'un bouchon de matière spumeuse (POPOV et al., 1990) (Fig.2).



**Fig.1 :** Oothèque de *Locusta migratoria* (DURANTON et al., 1982).



**Fig.2 :** Bouchon spumeux d'une oothèque de *Locusta migratoria*

(ALLACHE ,2005).

## ***Chapitre I : Synthèse bibliographique***

### **1.2.2. Les larves**

Les larves de la phase solitaire se distinguent de celles de la phase grégaire par la carène dorsale du pronotum en forme de crête, non déprimée ou droite.

La plupart des larves de locustes en phase solitaire ont une pigmentation uniforme, le plus souvent colorée en vert ou en brun selon l'humidité et la couleur générale de l'environnement (DURANTON et *al.*, 1982).

### **1.2.3. Les adultes**

Les ailés de la phase solitaire, présentent un pronotum saillant et non selliforme, une taille nettement plus grande chez les femelles que chez les mâles et un polychromisme vert/ brun selon les saisons. Chez les grégaires, mâles et femelles ont presque la même taille et sont très fortement mélanisés (ANONYME, 1993).

## **1.3-cycle biologique**

D'après ALLAL BENFEKIH (2006), en milieux anthropisés céréaliers, le cycle de cet acridien présenterait une succession de trois générations : une première génération printanière se développant sur les blés jusqu'aux moissons, une deuxième génération printano-estivale se trouvant au niveau de maraîchages avoisinant les chaumes de blés ou dans des pivots de sorgho au début de développement, et une troisième génération estivo-automnale évoluant uniquement sur les céréales d'été et qui serait hivernante pendant la mauvaise saison.

*L. migratoria* est une espèce appartenant à la catégorie des locustes présentant un phénomène de polymorphisme phasaire très marqué. Elle se reproduit en continu et effectue 4 à 5 générations par an dans sa phase solitaire et 3 dans sa phase grégaire (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

### **1.3.1- l'accouplement**

Selon ZHU et TANAKA (2002), *Locusta migratoria*, montre non seulement une période de copulation longue, mais aussi une période pré-copulatoire prolongée. Ce comportement pré-copulatoire, rapporté comme un comportement des mâles de *L. migratoria* pour garder la femelle ou pour assurer l'accouplement au moment opportun.

Selon ces mêmes auteurs, ce comportement a une fonction autre que de garder la femelle ou juste une attente pour que la femelle devienne réceptive. Une pré-copulation prolongée augmente la durée de la copulation, qui à son tour augmente la proportion de la descendance.



## ***Chapitre I : Synthèse bibliographique***

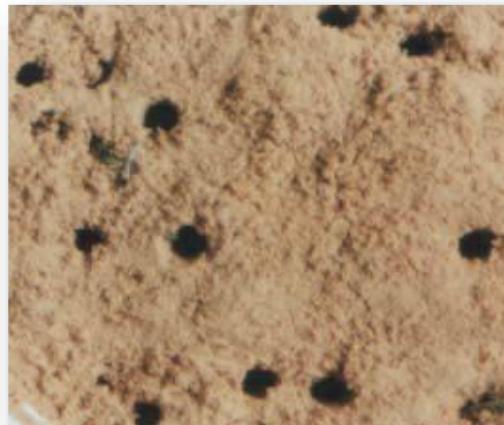
Le pénis est introduit entre les valves de la femelle et son extrémité atteint le canal de la spermathèque. Les spermatozoïdes sont transmis du mâle à la femelle par l'intermédiaire d'un spermatophore. Il s'agit d'un réservoir en forme de sac allongé, à paroi mince, formé de sécrétion des glandes accessoires du mâle une à deux minutes après le début de la copulation. Il est introduit dans le tractus génital de la femelle (DURANTON et al.,1982). L'accouplement dure plusieurs heures (DURANTON et LECOQ, 1990).

### **1.3.2-la ponte et développement embryonnaire**

D'après ALLACHE (2005), La très grande majorité des acridiens pondent leurs œufs dans le sol (ponte hypogée), à l'exception de quelques rares acridiens des milieux humides qui pondent sous les feuilles des plantes aquatiques ou d'espèces forestières qui forent les tiges des plantes pour y pondre.

Plusieurs tentatives de ponte ont lieu avant la ponte (Fig.3). La femelle choisit minutieusement le site de ponte en fonction de divers facteurs édaphiques, tels que l'humidité du sol, les sels minéraux, la compacité et la granulométrie du sol (POPOV et al.,1990).

La ponte a lieu généralement le jour et dure une heure et plus. La femelle de *L. migratoria migratorioides* produit 2 oothèques de 60 œufs, soit 120 œufs par femelle (DURANTON et al., 1982).



**Fig.3** : les traces de ponte

(ALLACHE ,2005)

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **1.3.3.Développement larvaire**

Au cours de leurs développements, les larves passent par plusieurs stades. Il est au nombre de cinq chez *Locusta migratoria* et dure environ trois semaines (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989). Les larves néonates subissent une ‘mue intermédiaire’ qui a lieu juste après l’éclosion puis des mues larvaires et une imaginale pour atteindre le stade adulte. Un évènement important caractérise le milieu du développement larvaire : le retournement des ébauches alaires. La pointe de celle-ci est d’abord dirigée vers le bas, puis ensuite vers le haut. Cette étape est un point de repère très utile de la mi-développement. Elle intervient entre le 3ème et le 4ème stade (fig5,fig6,fig7) dans le cas d’un développement à cinq stades. La durée totale de développement larvaire varie de 18 jours à plus de 8 mois, selon les espèces et les conditions d’environnement (LAUNOIS, 1978 cité par DURANTON et *al.*, 1982)

### **1.3.4.La vie imaginale**

Selon DURANTON et *al.* (1982), la vie imaginale débute après la mue imaginale, qui permet à l’acridien de passer directement de l’état larvaire à l’état imaginal. La mue imaginale ressemble aux mues larvaires à ceci près que les ébauches alaires sont entièrement développées. Pour muer, le criquet migrateur, comme tous les autres acridiens, utilise un perchoir. Grâce à une fente dorsale s’ouvrant dans le tégument de la larve de dernier stade, le nouvel imago à cuticule encore molle s’extraît par des mouvements coordonnés du corps en utilisant la pesanteur. Lorsqu’il n’est plus retenu que par l’extrémité de l’abdomen, il se retourne pour s’accrocher à l’exuvie ou au support et entreprend alors de déplier ses ailes pour les faire sécher selon des plis droits (fig.8). L’expansion des téguments est assurée par des afflux d’hémolymphe, d’air et les mouvements de certains muscles. Le premier durcissement des téguments permettant une marche assurée demande quelques heures, celui autorisant le vol soutenu, plusieurs jours. L’imago consacre la première partie de sa vie imaginale à la recherche d’un biotope favorable et à l’alimentation. De ce fait, les imagos augmentent leurs poids dans des proportions notables. Le poids des mâles se stabilise, alors que celui des femelles continue d’augmenter.

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **1.3.5. Polymorphisme phasaire :**

*Locusta migratoria* et *Locusta danica* ont été considérées pendant longtemps comme Deux espèces différentes jusqu'à 1921. À cette date, UVAROV a supposé qu'il s'agissait D'une seule et même espèce mais sous deux formes différentes. L'une caractérisant les Populations grégaires et l'autre les populations solitaires (ALLACHE, 2005)

La mise en évidence de ces deux pôles phasaires, a depuis été observée et prouvée chez d'autres acridiens comme : *Locustana pardalina* (Walker, 1870), *Schistocerca gregaria*, *Nomadacris septemfasciata* (Serville, 1838) et *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). Les formes intermédiaires sont appelées : transiens. Selon les cas, ils sont appelés transiens congregans lorsque l'acridien évolue de la forme solitaire vers la forme grégaire et inversement lorsque l'évolution se fait dans l'autre sens, on parle dans ce cas de transiens dissocians (DURANTON et al., 1982).

### **1.4-Régime alimentaire de criquet migrateur**

Les espèces intégrées sont souvent des graminées méso-hygrophiles de grande extension géographique, présentes communément dans les formations herbeuses du sud et du sud-Ouest de l'île d'une part, des espèces anthropophiles des friches et des jachères du sud et du et du sud-Ouest d'autre part. Le comportement alimentaire du criquet dépend de l'état phénologique des graminées et de l'organe consommé (DURANTON et al., 1978)

### **1.5. Aires de répartition du criquet migrateur :**

Selon ALLEL-BENFEKIH (2006) Le criquet migrateur est considérablement moins répandu Dans le nord de son aire de distribution (fig.9). À l'exception du Luxembourg, la sous-espèce *Migratoria* était encore mentionnée dans toute l'Europe occidentale jusqu'à une époque Relativement récente (Bellman et Luquet, 1995). En Belgique après 1944 et aux Pays-Bas Après 1968, elle n'a plus été observée. Les dernières observations dans le Nord de la France Sont également très anciennes.

### **1.6. Dégâts**

De très nombreuses plantes sont susceptibles d'être attaquées par le criquet migrateur, Qu'elles soient ligneuses comme le bananier, le palmier dattier (KABASSINA, 1990), ou Herbacées, comme le mil, le maïs, le blé et le sorgho (DURANTON et al., 1982; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989). Selon les estimations des spécialistes, en 1974, 368000 tonnes de céréales dans le Sahel auraient été perdues du fait des sautereaux (ABOU THIAM, 1991).

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **1.7. Les méthodes de lutte**

#### **1.7.1. La lutte mécanique**

D'après DOBSON (2001), les méthodes de la lutte mécanique consistent à creuser des tranchées pour que les larves y tombent ou à les balayer avec des branchages. Il arrive qu'on bêche ou labore les champs de ponte.

#### **1.7.2. La lutte écologique**

La lutte écologique consiste à modifier l'environnement au désavantage de l'acridien et si possible au bénéfice de l'homme. Cela suppose une connaissance approfondie du tempérament écologique de chaque espèce acridienne, des facteurs agissant que l'on peut modifier, et des conséquences de ces changements sur l'écosystème tout entier.

Les suggestions de lutte écologique sont nombreuses, mais les applications à grande échelle sont encore très rares car on prend toujours le risque de remplacer un problème par un autre. Les moyens utilisés sont par exemple :

- L'inondation temporaire de certains sites de reproduction,
- La reforestation de clairières
- le labourage de sols indurés
- les plantes à effets Biocides
- la suppression des jachères (DURANTON et *al.*, 1987).

#### **1.7.3. La lutte chimique**

Le but initial de la lutte chimique est de supprimer, d'exterminer le ravageur, la mauvaise herbe, le pathogène, le parasite (PHILOGENE, 1991).

Selon (LAUNOIS-LUONG et al., 1988 ; RACHADI, 1991 cité par MOHAND-KACI, 2012) les principaux pesticides utilisés dans la lutte antiacridienne sont: les organophosphorés (féntrothion, parathion méthyl, diazinon, ect). les carbamates (bendiocarbe), les pyréthrinoides (deltamethrine, lambda-cyhalothrine) qui ont une action létale significative atteinte dans les vingt quatre heures qui suivent l'application, la dieldrine capable de tuer les larves plusieurs semaines après l'application.

#### **1.7.4. La lutte biologique**

La lutte biologique est une alternative pour assurer une meilleure protection de la santé et de l'environnement. La lutte avec des agents biologiques offre des possibilités pour stopper l'invasion acridienne, tout en préservant la santé et l'environnement. Des espèces animales et

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

végétales ont été identifiées dans le monde comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte antiacridienne (THIAM A. et al. 2004).

### **❖ Les ennemis naturels**

Les acridiens sont aussi la proie ou l'hôte d'un grand nombre d'ennemis naturels vertébrés et invertébrés : prédateurs, parasitoïdes, parasites, agents pathogènes (champignons, bactéries, protozoaires, virus). Beaucoup d'entre eux entraînent la mort de l'insecte (GREATHEAD et al., 1994).

#### **✓ Les champignons entomopathogènes**

Les espèces des genres *Beauveria*, *Metharizium*, *Verticillium*, *Erynia*, *Hirsutella*, *Entomophthora* et *Entomophaga* sont les plus utilisées en lutte biologique (Wraight et Roberts, 1987). Les champignons peuvent tuer très rapidement en l'espace de quelques heures, ou plus lentement par épuisement d'hôte (LUONG-SKORMAND et al., 1999).

#### **✓ Les virus**

Parmi les sept familles des virus, ce sont les Baculoviridae, les Reoviridae (Miller et al, 1983) et le virus entomopox (poxviridae) qui sont les plus utilisés en lutte biologique (PAYNE, 1982). Il est apporté par MEYNADIER et al, (1992) que dans certains cas, les virus liquéfient les corps gras entraînant une turgescence de l'insecte suivi de sa mort.

#### **✓ Les protozoaires**

Parmi les protozoaires, *Nosema locustae* est surtout connu pour réduire la fécondité et la longévité des acridiens (LAUNOIS-LUONG et al ., 1994). Selon GREATHED et al. (1994), *Nosema acridophagus* et *N. cuneatum* semblent avoir un effet plus néfaste sur leurs hôtes que *N. locustae* car ils sont capables de les tuer.

Parmi les *Amoebidae*, *Melameba locustae* semble celui de tous les protozoaires amiboïdes entomophiles qui présente le plus d'intérêt en lutte microbiologique (MCLAUGHLIN, 1971).

#### **✓ Les prédateurs**

La classe des insectes comprend un grand nombre de prédateurs parmi les Mantoptera, les Orthoptera, les Coleoptera, les Hymenoptera et les Diptera. On rencontre parmi les prédateurs vertébrés des criquets, les batraciens, les reptiles, les mammifères et les oiseaux (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994).

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **✓ Les parasites**

Parmi les parasitoïdes d'œufs d'acridiens, les hyménoptères scélionides sont les seuls connus. Les parasites des larves et des imagos d'acridiens sont surtout des nématodes (GREATHED *et al.*, 1994).

### **✓ Les végétaux**

Les insecticides végétaux sont avérés efficaces contre les insectes, non toxiques sur les vertébrés, se dégradent complètement dans le sol (IDRISSI *et al.*, 2002). Les extraits provenant de deux méliacées, *Azadirachta indica* et *Melia volkensii* présentent des propriétés antiacridiennes intéressantes.

Des extraits de fruits, de feuillages ou d'écorce protègent efficacement les cultures des attaques d'acridiens (DIOP et WILPS, 1997 ; REMBOLD, 1997).

### **✓ Les phéromones**

FERENZ *et al.* et ROSA PAIVA (1994,1997) pensent que par l'application de phéromones, on espère empêcher les criquets de se reproduire en masse et de pulluler.

### **✓ Les bactéries entomopathogènes**

Plus d'une centaine de bactéries ont été identifiées comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte biologique (STARNES *et al.*, 1993). Les espèces entomopathogènes appartiennent surtout à trois grandes familles qui sont les Bacillaceae (*Bacillus*), Enterobacteriaceae (*Serratia et Xenorhabdus*) et Pseudomonaceae (*Pseudomonas*) (GREATHED *et al.* 1994).

Parmi Les bactéries, seul le genre *Bacillus* fait l'objet d'une utilisation pour combattre les insectes (LERECLUS et CHAUF AUX ,1986).

Ce genre regroupe un grand nombre d'espèces très répandues dans la nature, la majorité se développe mieux à 30°C jusqu'à 37°C (BROSSARD et TERRY, 1984). Selon LARPENT et GOURGAUD(1997), le genre *Bacillus* produit une gamme assez variée de molécules qui peuvent être groupées en trois classes ; les antibiotiques, les enzymes et les toxines.

L'utilisation répétée des bactéries peut toutefois, comme les pesticides chimiques, entraîner une résistance chez certaines espèces (DUNPHY et TIBELIUS, 1992).

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **2. Données bibliographiques sur *Metarhizium anisopliae***

#### **2.1. Généralités**

Bien qu'ils ne soient pas encore utilisés dans des opérations à grande échelle, les mycopesticides ont démontré leur efficacité contre les locustes et plusieurs autres espèces de sauterelles. Les institutions nationales et internationales doivent continuer leurs efforts dans le domaine de la recherche pour rendre leur application sur le terrain effective. Pour lutter contre les criquets, des champignons pathogènes comme : *Metarhizium* sp. et *Beauveria* sp. Ont donné des résultats prometteurs (MEINZINGEN, 1997).

#### **2.2. Systématique**

Selon GREATHEAD et al.(1994), *Metarhizium anisopliae* est classé selon la nomenclature suivante :

- Groupe : Deuteromycotina
- Classe : Hyphomycètes
- Ordre : Moniliales
- Famille : Monilicaceae
- Genre : *Metarhizium*
- Espèce : *Metarhizium anisopliae*

#### **2.3. Identification**

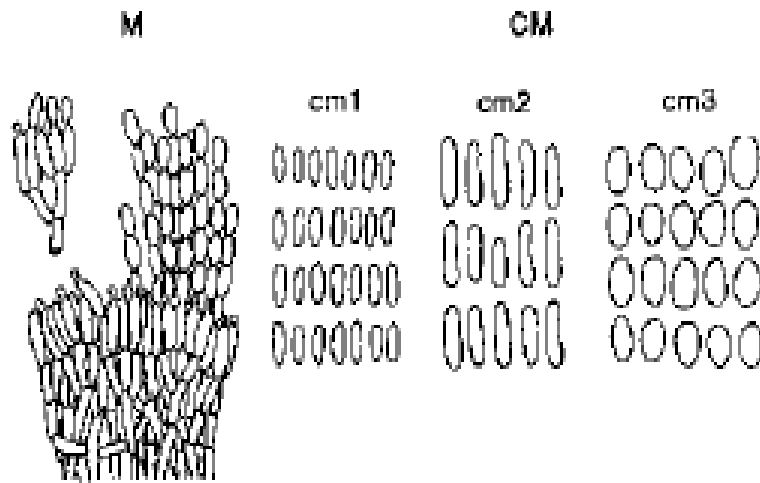
Ce champignon s'est co-développé en association avec les insectes, mais il a été identifié pour la première fois par Metschnikoff sur la paille de céréale sous le nom de *Anisoplia austriaca* et nommé *Entomophthora anisopliae*. En 1879 Sorokin a donné le nom de champignon à la muscardine verte du genre *Metarhizium* qui est connu sous le nom de *Metarhizium anisopliae* (METCH) (ZIMMERMANN, 1993).

#### **2.4. Morphologie**

Ces microorganismes ont l'avantage, par rapport à la plupart des substances chimiques, d'être généralement spécifiques aux acridiens sans nuire aux autres ennemis naturels. Des essais sur le terrain à grande échelle n'ont montré aucun effet négatif sur les organismes non cibles (GREATHEAD, 1994).

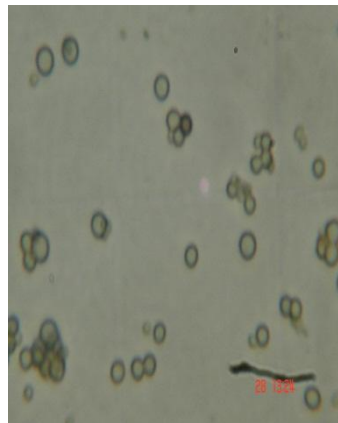
## Chapitre I : Synthèse bibliographique

Selon GREATHEAD et *al.*(1994) Les spores de *M. anisopliae*(fig.10) sont allongées avec des côtés parallèles. Elles mesurent 6 µm de longueur pour 2 à 3 µm de diamètre(fig.11)



**Fig.4 : Conidiophore et conidie de *Metarhizium*** (M : *Metarhizium anisoplia*, CM : Conidies de *Metarhizium* Cm1 : *M. anisoplia* var. *anisopliae*, Cm2 : *M. anisoplia* var. *majus*, Cm3 : *M. flavoviride*)

Samson, (1981) modifié par Greathead et *al.* , (1994)



**Fig.5: Conidies de *Metarhizium anisopliae* (METCH), (G : 10\*40)**

(DJEZZAR ,2007)

### 2.5 Pathogénicité

Le *Metarhizium anisopliae* (METCH), provoque la maladie de « Muscardine verte » qui débute sur l'insecte par le durcissement du corps, avec coloration jaunâtre du tégument (AMOURIQ ,1973).



## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

L'envahissement de la cavité générale de l'hôte se fait grâce à la germination des spores à travers la cuticule externe ou à travers le tube digestif. Durant cette première étape diverses interactions « pathogène – hôte » agissent au niveau de la cuticule (mécanisme de défense de l'hôte, virulence de la souche). Les conditions abiotiques telles que l'hygrométrie, la température, la lumière, interfèrent en décidant ou non de la pénétration du pathogène (FARGUES et GOETTEL, 1996 in cité par LUONG- SKORMAND et al., 1999).

Les champignons peuvent tuer très rapidement en l'espace de quelque heures par l'intermédiaire de toxines, ou plus lentement par épuisement de l'hôte dont ils prélèvent l'eau et les nutriments pour se développer (LUONG- SKORMAND et al., 1999).

Tous les stades de développement de l'insecte, depuis l'œuf jusqu'à l'adulte sont généralement sensibles à l'infection fongique. Au bout d'un certain temps le champignon fructifie et le cadavre devient vert, ensuite l'animal est plus ou moins transformé en matière pulvérulente gris vert, qui se dissémine peu à peu dans le sol (AMOURIQ, 1973 ; FERRONS et al., 1991 ; ZIMMERMANN, 1993).

ROWLEY (1994), mentionne que le genre *Metarhizium* s'est imposé comme étant la maladie idéale des criquets spécifique à son hôte et inoffensive pour les vertébrés.

### **2.6 Formulation**

Selon ZIMMERMANN (1993); MORLEY DAVIES et al. (1994), dans de nombreux pays d'Amérique du sud et d'Asie de l'est, le *Metarhizium anisopliae* est produit dans du riz ou des céréales, dans des sacs en plastique ou en bouteille. Il est aussi produit en condition in vitro, c'est-à-dire dans un milieu non vivant grâce à un processus de fermentation qui représente le moyen le plus économique pour produire d'importantes quantités de spores (DOBSON, 2001).

Selon PRIOR (1993), comparées à celles mélangées à l'eau, les spores de ce champignon entomopathogène se révèlent beaucoup plus efficaces contre les criquets lorsqu'elles sont mélangées à l'huile et sont efficaces même à basse hygrométrie, conditions typique de l'habitat des locustes (ZIMMERMANN, 1993 ; MILNER, 2000).

L'utilisation du *Metarhizium anisopliae* est entrée dans la phase de concrétisation. Il est actuellement commercialisé sous le nom de *Green Muscle* (BATEMAN, 1997).

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **2.7 Application**

Les premiers essais portant sur un mycopesticide à base de *Metarhizium anisopliae* var : *acridum* (isolat IMI 330189) ont été décrit par PRICE et al. (1999).

Ces mêmes auteurs (1999) , ont noté que des essais sur le terrain ont été effectués au Niger, au Bénin et au Mali à la dose de  $5.10^{12}$  spores /hectare, la mortalité s'élevait à 80% voire 95% après 10 à 15 jours.

Des résultats satisfaisants en 2005 lors des essais de *Green Muscle* effectués en Algérie dans la Wilaya d'El-Oued, sur des nymphes de Criquet pèlerin, montrant 80% de mortalité au bout du 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> jours (KOOYMAN et al., 2005).

D'après le tableau n°1 une inquiétude est exprimée concernant la vitesse d'action du *Metarhizium sp.* Par rapport aux autres insecticides (DOBSON, 2001).

Toujours d'après les données du tableau n° 1 le *Green Muscle* à base de *Metarhizium anisopliae* (IMI330189) est utilisé à raison de 100 gr /ha pour les larves et les adultes. La durée de vie pour les spores sèches maintenues à basse température est de 4 ans. Ces spores peuvent ensuite être formulées juste avant utilisation (Anonyme, 2004 a).

**Tableau 01 : Doses, vitesse et mode d'action de différents insecticides utilisés dans la lutte antiacridienne (Annexe01)**

### **3. Données bibliographiques sur le Triflumuron (T.F.M.)**

#### **3.1. Généralités sur les dérégulateurs de croissance (IGRs ou Insect growth regulators)**

Des produits comme, le diflubenzuron, le triflumuron, le teflubenzuron testés pour la lutte contre les bandes larvaires ont donné de bons résultats (SCHERER et RAKOTONANDRASA, 1993 ; MUSUNA et MUGISHA, 1997).

Ces produits sont des dérivés de benzoyles urées. Ils inhibent la synthèse de la chitine et de ce fait affectent la formation de la cuticule des insectes. Les dérégulateurs de croissance agissent lentement, leur persistance d'action sur le terrain est relativement longue, variant entre 10 jours à plusieurs semaines. Ceci dépend de la quantité de matière active appliquée à l'hectare. Leur grande persistance convient pour la technique de traitement en barrière et doivent être appliqué contre les jeunes stades larvaires (SCHERER et CELESTIN, 1997).

### **3.2. L'efficacité des dérégulateurs de croissance**

Ces types de pesticides ne sont pas appropriés pour une protection instantanée des cultures à cause de leur activité lente (STAAL, 1982 ; MEINZINGEN, 1997).

Seulement, le principal problème lié à l'utilisation des dérégulateurs, semble être leurs effets sur les insectes non cibles (TINGLE et *al.*, 1997) en couverture totale (PEVELING et *al.*, 1999). Pour cela, la technique de traitement en barrière apparaît moins nocive pour la faune non cible dans le court terme, en comparaison à d'autres méthodes de lutte. Cette technique est acceptable de point de vue environnemental et économique, mais elle doit être confirmée seulement après une évaluation de son impact à long terme (TINGLE, 1996 ; ZEHRER, 1997).

Selon DOBSON et *al.* (1997), les dérégulateurs de croissance ne peuvent pas remplacer complètement les insecticides conventionnels, qui doivent être disponibles pour traiter les adultes qui ont échappé au contrôle durant la phase larvaire et aussi, à cause de leur mode d'action lent.

# Chapitre II

## Matériel et méthodes de travail

## 1. Matériel biologique

### 1.1. Les criquets

Nos essais ont porté sur des larves L5 de *Locusta migratoria* provenant d'un élevage permanent maintenu au niveau de département de la lutte antiacridienne de l'Institut Nationale de la Protection des Végétaux d'El Harrach.

#### ❖ Elevage des criquets

L'élevage des adultes de *Locusta migratoria* est réalisé dans une cage parallélépipédique en bois de dimension : 88 x 70 x 45 cm, grillagée sur les deux cotés et de l'avant pour l'aération, avec 02 portes coulissantes en verre à la surface (fig06), pour faciliter le nettoyage, le renouvellement de la nourriture ainsi que la vérification des pondoirs. Ces derniers se trouvent dans les ouvertures spéciales à la base de la cage. Ils sont pré remplis de sable stérile pour faciliter la ponte des femelles. L'élevage est réaliser dans des conditions climatiques qui caractérise la salle d'élevage de l'INPV (une température de  $30 \pm 3^{\circ}\text{C}$  et une humidité relative de 50 à 60%). Le gazon est considère comme la principale source d'alimentation pour les criquets.



**Fig6** :Cages utilisées pour l'élevage des adultes

Les pondoirs contenant les pontes sont récupérés et remplacés par d'autres pondoirs. Ils sont mis dans une autre cage en aluminium avec des trous dans le plafond pour l'aération.

## *Chapitre II Matériel et Méthodes de travail*

Cette cage porte les indications nécessaires telles que la date de la ponte et la date d'éclosion. Elle est mise dans des conditions appropriées pour l'incubation des œufs (fig07).

Le contrôle de ces pondoirs se fait quotidiennement pour la vérification de l'humidité du sable et les éclosions des œufs, afin d'éviter le dessèchement des œufs et la mort des larves néonates. Ces dernières sont mise sous une surveillance depuis le 1<sup>er</sup> stade larvaire jusqu'au 4<sup>ème</sup> stade larvaires, après une surveillance quotidienne les larves au 1<sup>ère</sup> jour de 5<sup>ème</sup> stade ils sont séparée en plusieurs lots afin de les utilisé dans nos expérimentations, Les conditions d'élevage de tous les stades larvaires sont les même.



**Fig.7 :** Cages utilisées pour l'élevage des larves

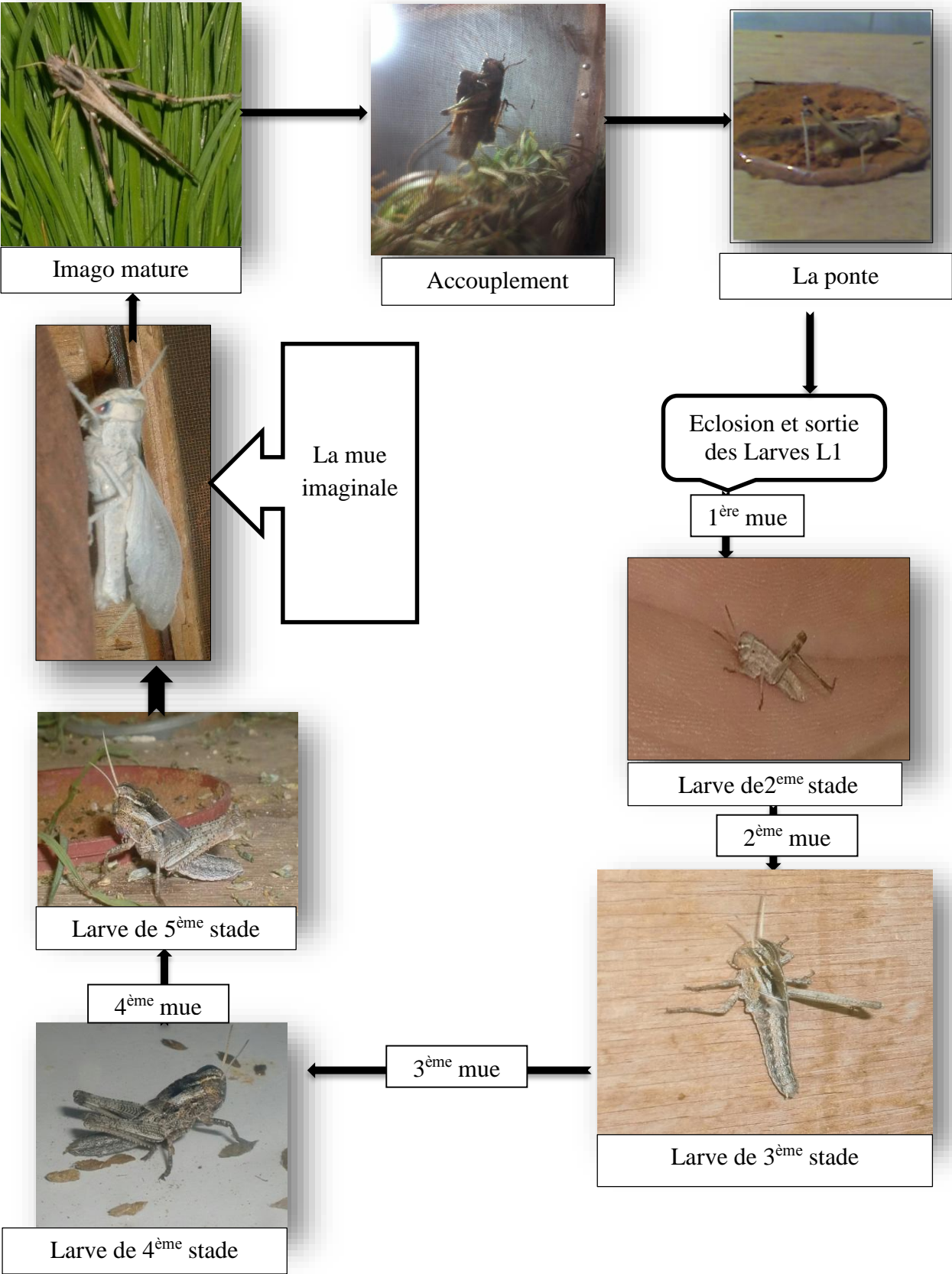


Fig. 8: Cycle biologique de *Locusta migratoria*



❖ Les différents stades larvaires de *Locusta migratoria*



**-Fig9 :** Larve L3 de *Locusta migratoria*



**-Fig10:** Larve L4 de *Locusta migratoria*





**-Fig11:** Larve L5 de *Locusta migratoria*

❖ **La mue imaginale chez le criquet migrateur**



**Fig12 :** Mue imaginale de *L. migratoria*

## **Chapitre II Matériel et Méthodes de travail**

### **1.2. Les produits testés :**

#### **1.2.1. Le champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* var. *acridum***

Cette souche a été obtenue du département de lutte antiacridienne de l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) d'El Harrach, sous forme d'une poudre sèche des spores ; de couleur verte emballé dans un sachet en plastique (fig14).



**Fig.13 :** *Metarhizium anisopliae* var. *acridum*

#### **1.2.2. Comptage des spores et détermination des concentrations**

Le comptage des spores de notre solution diluée est réalisé à l'aide d'une cellule de Malassez sous un microscope optique.

##### **1.2.2.1. Préparation de la solution mère**

Dans un bécher qui contient 10 ml d'eau distillé on ajoute 0,5g de la poudre *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* puis agiter la solution pendant 15min à l'aide d'un agitateur jusqu'à l'homogénéisation de la solution (fig.15 a et b).



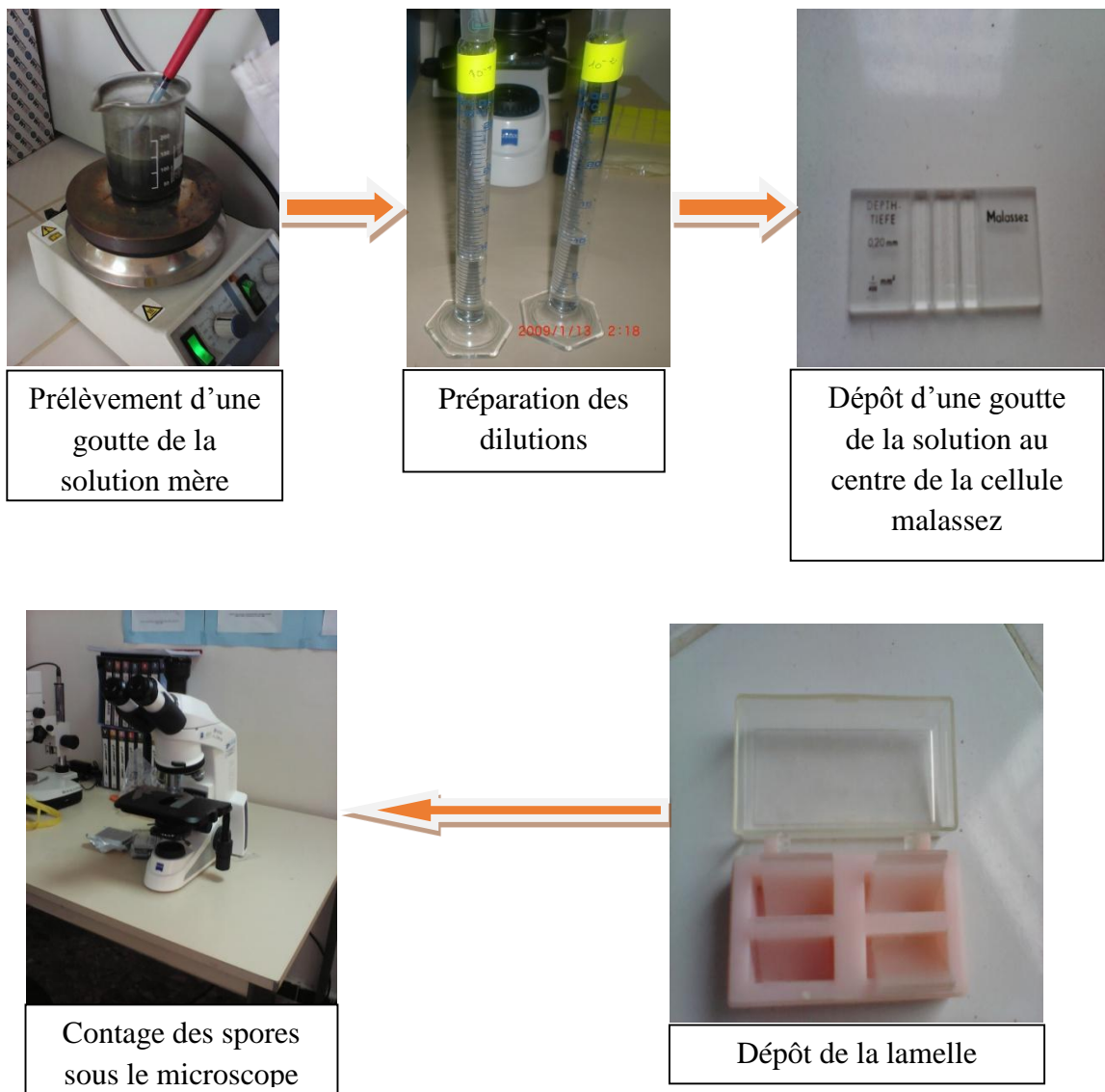
a. Pesée de 0.5g de *Metarhizium anisopliae*

b. Agitation de la poudre avec 10ml d'eau distillée

**Fig.14** : Préparation de la solution mère

### 1.2.2.2. Préparation des dilutions

Puisque on ne peut pas compter le nombre des spores de la solution mère qui est trop dense, donc on fait appelle à plusieurs dilutions de la solution mère qui possède une concentration plus élevée, dans le but d'une observation claire des spores de champignon sous le microscope optique, Les différentes étapes de la technique se trouvent sur la (fig.15.)



**Fig.15** : Les différentes étapes de la préparation des dilutions et le comptage des spores

- ✓ Surface dénombrée 5 carrés correspondent à  $0,2 \text{ mm}^2$
- ✓ Profondeur de champ  $1/400 \text{ mm}^2$
- ✓ spores dénombrées 282
- ✓ Dilution  $10^{-3}$

Après les calculs on obtient la concentration de la solution mère :

$$\text{Spores par ml volume} = 3.52 \times 10^7 \text{ spores/ml}$$

### 1.2.2. Le dérégulateur de croissance: Triflumuron (T.F.M.)

#### ❖ Présentation du Triflumuron (T.F.M.) (voir annexe 2)



**Fig.16** : Le Triflumuron T.F.M. (Alsystin)

#### ❖ La dose appliquée

- ✓ D= 0.41 ml/l c'est une dose faible qui nous permis de suivre les individus

## 2. Matériel et produits utilisés (voir annexe)

### 3. Méthodes

#### ➤ Objectif de l'étude

Notre travail a pour but de comparer l'effet de deux produits, un champignon entomopathogène ; *M. anisopliae var acridum*, et un insecticide ; le triflumuron (T.F.M.) sur les paramètres physiologique des larves L5 de *L. migratoria*, prenant en considération les paramètres suivants :

- ✓ Effet sur l'évolution pondérale et l'activité alimentaire des larves L5 de *L. migratoria*.
- ✓ Effet sur les protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria*.
- ✓ Effet sur la morphologie des larves L5 de *L. migratoria*

❖ **Protocole expérimental**

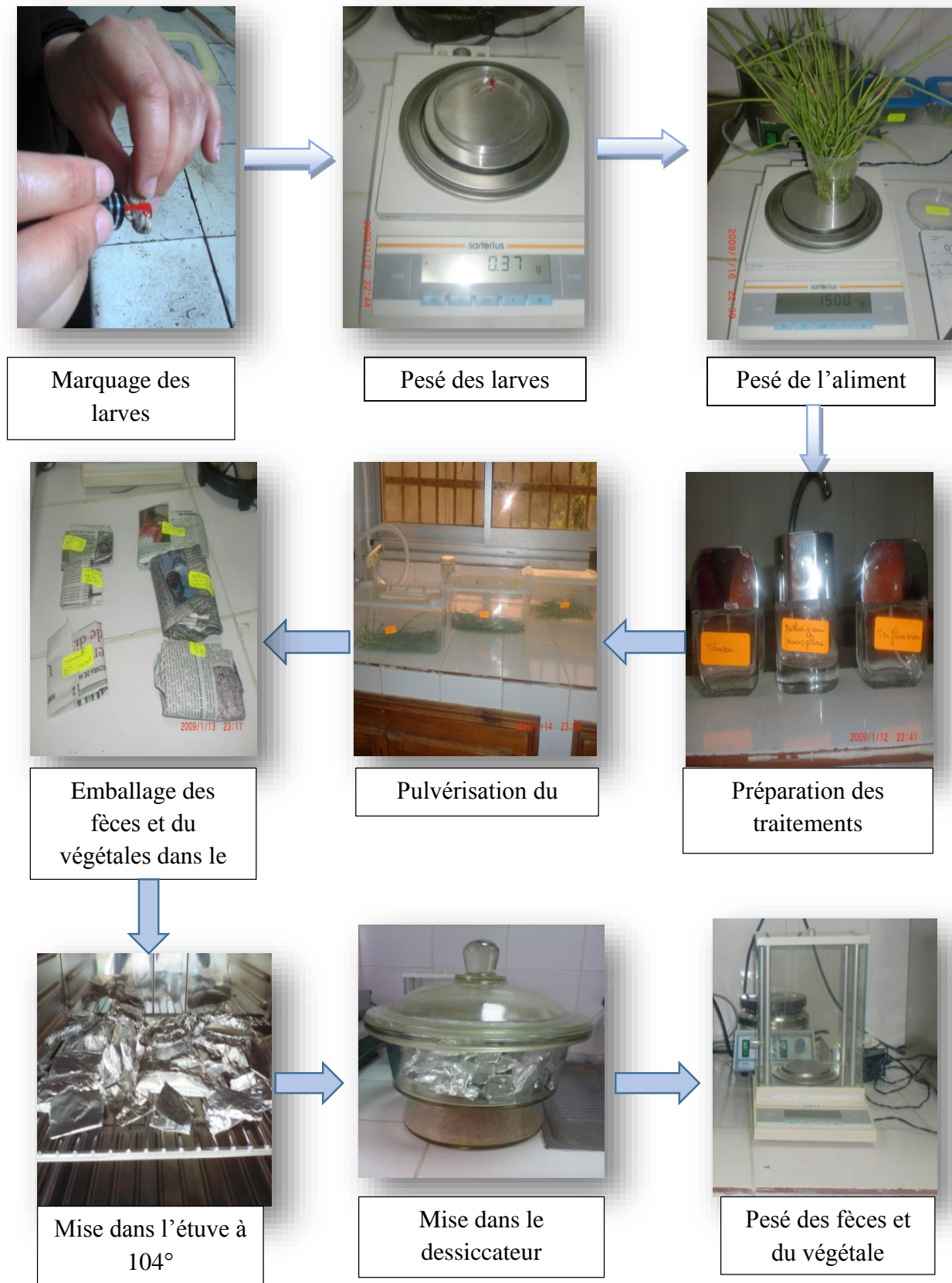
Pour réaliser cette étude, les insectes sont immédiatement isolés dès leur émergence dans des boîtes de traitement maintenus dans les mêmes conditions de température et d'humidité que l'élevage en masse des adultes et des larves.

Un seul type de traitement a été réalisés, c'est le traitement par ingestion, les insectes sont séparer en trois lots alimentées avec du gazon traité par : *M. anisopliae var acridum*, Triflumuron et l'eau distille.

**3.1. Étude de l'effet Biocide de *M. anisopliae var acridum* et de Triflumuron sur les larves L5 de *L. migratoria*.**

Pour comparer entre l'effet du Triflumuron et *M. anisopliae* sur les différents paramètres physiologique de criquet migrateur tell que la morphologie, l'activité alimentaire et l'évolution pondérale, nous avons travaillé sur un total de 12 larves males de 5<sup>ème</sup> stade les différents étapes de l'expérimentation est illustrée dans la figure 17.





**Fig.17** : protocole expérimentale utiliser pour étudier l'effet de *M. anisopliae var acridum* ; Triflumuron, l'eau distille sur l'activité alimentaire et le gain du poids chez les larves L5 de *L. migratoria*

### **3.2. Effet sur la consommation journalière des larves L5**

Les pesées faites sur la matière sèche d'aliment qui reste et sur les fèces de chaque 4 larves mises dans chaque boîte, nous a permis de calculer :

- a- **L'ingera** : c'est la différence entre la quantité de la matière sèche de l'aliment distribué chaque jour et celle du reste d'aliment récupéré après 24h pour les 4 larves se trouvant dans chaque boîte de traitement.
- b- **L'egesta** : c'est le poids sec des fèces des 4 larves mises dans chaque boîte de traitement.

### **3.3. Evaluation des indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture**

L'objectif de ce paramètre est la connaissance de l'impact de nos deux produits sur la consommation de la nourriture ainsi que la transformation de cette dernière en matière corporelle chez les larves L5 de *L. migratoria*, c'est pour cela qu'on a étudié les indices nutritionnels suivants :

#### **a) Indice de consommation (I.C.)**

Il s'exprime par le rapport entre le poids de la nourriture ingérée et celui de l'animal au cours de 24 Heures (WALDBAUER, 1964 cité par TIRA, 1975 cité par ACHEUK, 2000).

$$\text{I.C.} = \frac{\text{Poids de la nourriture ingérée}}{\text{Poids moyen de l'animal}}$$

#### **B) Pourcentage d'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.%)**

Elle est définie par le rapport entre l'accroissement du poids de l'animal en 24 h et le poids de la nourriture ingérée au cours de même laps de temps. Ce rapport est multiplié par 100 (TIRA, 1975 cité par ACHEUK, 2000).

$$\text{E.C.I.} = \frac{\text{Gain du poids}}{\text{Poids de la nourriture ingérée}} \times 100$$



**c) Pourcentage d'efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D. %)**

Cet indice est appelé également indice d'assimilation de la nourriture digérée. Il est défini par le rapport entre l'accroissement du poids de l'animal et le poids de la nourriture retenu au cours de la digestion en un temps donné. Ce rapport est multiplié par 100 (TIRA, 1975 cité par ACHEUK, 2000).

$$\text{E.C.D.} = \frac{\text{Gain du poids}}{\text{Ingera - Egesta}} \times 100$$

**d) Pourcentage du coefficient d'utilisation digestif (C.U.D. %)**

Il est appelé aussi coefficient approximatif de digestibilité et il est défini par le rapport de la différence entre les poids des ingera et des egesta, sur le poids des ingera. Ce rapport est multiplié par 100 (TIRA, 1975 cité par ACHEUK, 2000)

$$\text{C.U.D.} = \frac{\text{Ingera - Egesta}}{\text{Ingera}} \times 100$$

**e) Indice de croissance (I.Cr.)**

Il est appelé aussi l'indice de croissance relative et il est exprimé par le rapport du gain du poids sur le poids moyen de l'animal (HAMADOUN et STREBLER, 1989 cité par ACHEUK, 2000)

$$\text{I.Cr.} = \frac{\text{Gain du poids}}{\text{Poids moyen de l'animal}}$$

**3.4. L'évolution de taux des protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria*.  
Traitée aux deux produits**

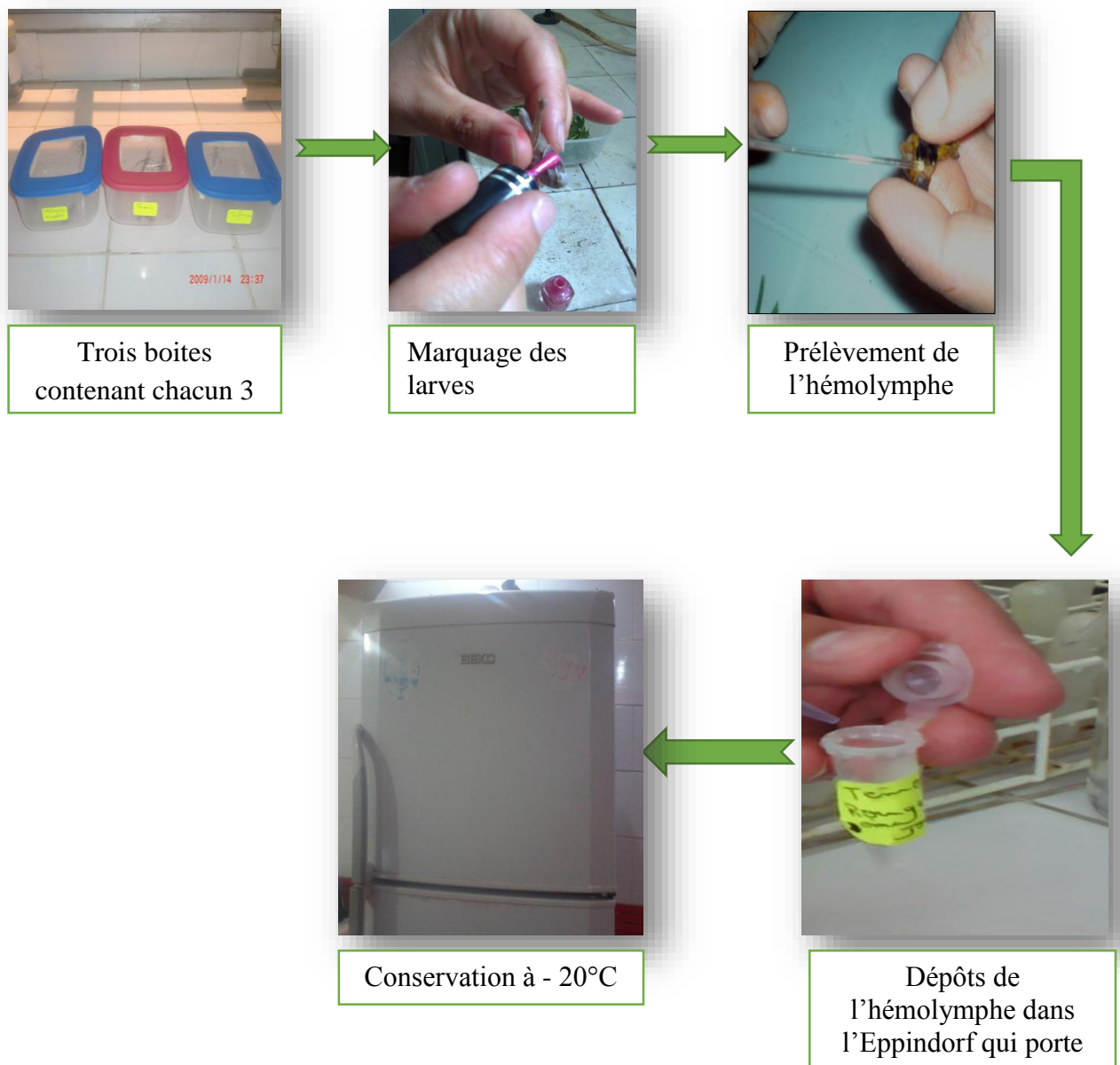
## ***Chapitre II Matériel et Méthodes de travail***

Cette expérimentation a pour but de tester l'effet de ces deux produits sur les protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria*, en prenant en considération l'étude quantitative de ces protéines.

### **❖ Protocole expérimental**

Notre expérimentation est réalisée sur 09 larves femelles L5 séparées dans 03 boîtes, chaque boîte contient 03 larves marquées par un vernis à ongles de couleur différente, une quantité de gazon pulvérisée par Triflumuron, *M. anisopliae* et l'eau distillée (témoin) dès le premier jour d'expérimentation, ce gazon constitue la seule source d'alimentation pour les larves.

Le prélèvement de l'hémolymphe a eu lieu le 4<sup>ème</sup> jour et le 8<sup>ème</sup> jour après l'application de traitement, On prélève 10 µl de l'hémolymphe à l'aide d'une micropipette à usage unique, suite à une blessure provoquée après une légère pique appliquée au niveau de la partie intercéphalothoracique de l'insecte, L'hémolymphe prélevée est conservée dans des tubes Eppendorff à -20°C jusqu'à son utilisation. Le protocole expérimental utilisé dans cette étude est résumé dans la figure(18)



**Fig.18** : Protocole expérimental utilisé pour l'étude de l'effet de chacun des trois produits sur les protéines hémolympatiques des L5 de *L. migratoria*

### 3.4.1. Dosage quantitatif des protéines

#### ❖ Principe de la méthode de Bradford

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de Bradford (1976), dont le principe est basé sur l'utilisation d'un colorant, le bleu de Coomassie brillant G-250, qui

## Chapitre II Matériel et Méthodes de travail

forme un complexe coloré, présentant un maximum d'absorption à 595 nm. La fixation de ce colorant aux protéines s'effectue très rapidement et le complexe protéine-colorant reste stable pendant une heure environ.

### ✓ Technique de dosage

#### a) préparation de réactif de Bradford (BBC)

On dissout 100 mg de bleue de Coomassie G-250 dans 50ml d'éthanol à 95°. Après agitation, on ajoute 100 ml d'acide orthophosphorique à 85% et on complète à 1L avec de l'eau distillé. On note que la préparation de ce réactif doit être effectué dans un flacon marron foncer et enveloppé avec du papier aluminium pour éviter sa détérioration suite à son contact avec la lumière.

#### b)- Gamme étalon

Pour la préparation de la solution mère de sérum albumine bovine (BSA) de 1%, on dissout 1G de BSA dans un litre d'eau distillée et c'est à partir de cette solution mère qu'on va préparer des dilutions avec des concentrations croissantes : 40, 60, 80 et 100 µg/µl, afin de réaliser une courbe de référence.

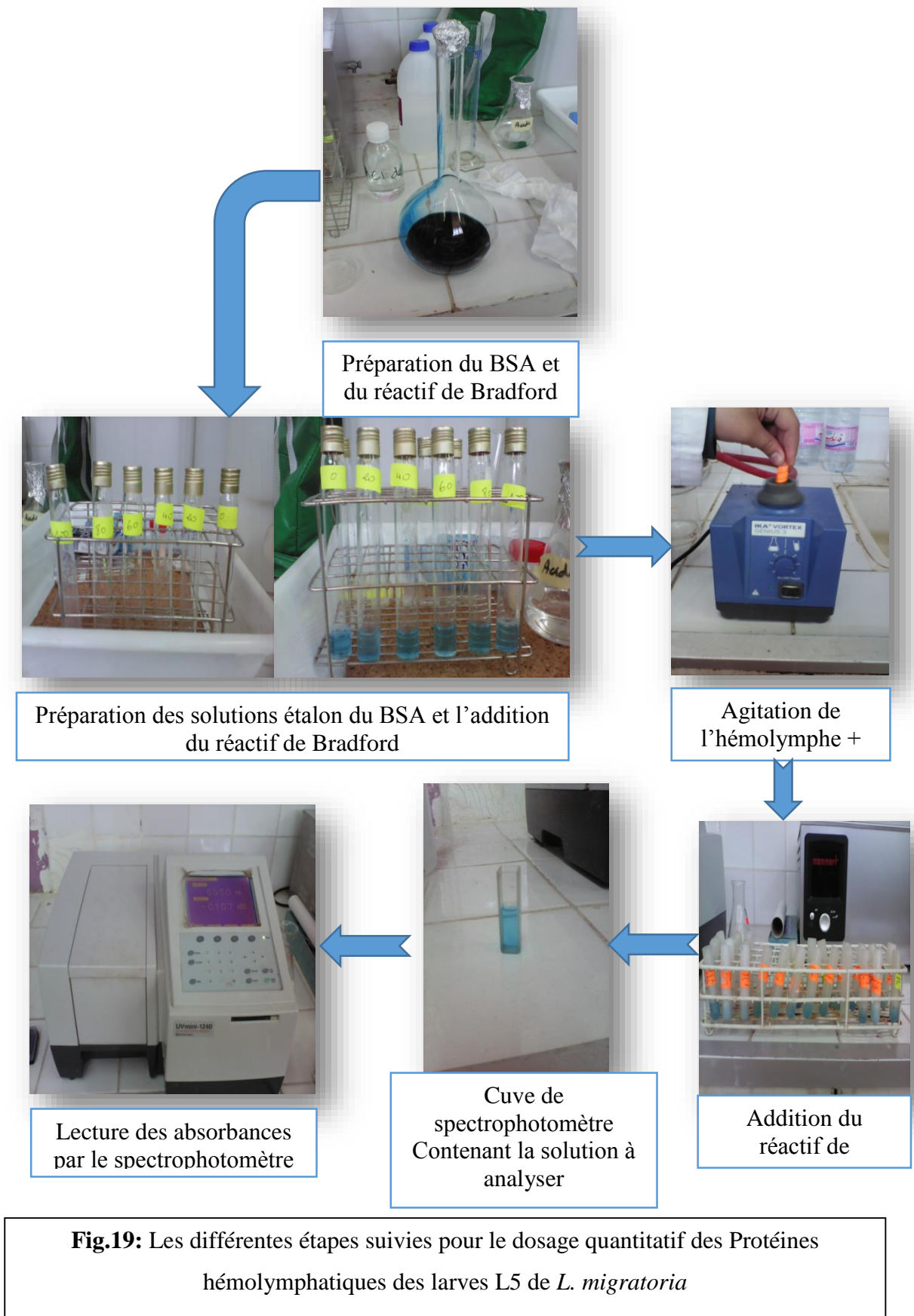
Dans des tubes a essais numérotés de 0 à 100 pour la solution du BSA et d'autre tubes réservée pour les échantillons (doive porte les indications nécessaire telle que la couleur de la larve et le jour de prélèvement), on ajoute l'eau distillée et réactif de Bradford selon les indications du tableau 02

**Tableau 1 :** La préparation des solutions de la gamme étalon et les échantillons.

BSA (µl)	0	20	40	60	80	100	Echantillons (10 µl)
Eau distillée (ml)	1,600	1,580	1,560	1,540	1,520	1,500	1,590
Réactif de Bradford (µl)	400	400	400	400	400	400	400

#### c)- l'échantillon à doser

Nos échantillons sont congelés, dès leur sortie du congélateur, on les agite à l'aide d'un vortex puis on complète chacun par 0,1 ml d'eau distillée. Les différentes étapes de cette technique se trouvent sur la fig.19.



**d)- La lecture des absorbances**

Nos échantillons sont incubés pendant 5min dans une température ambiante avant la lecture qui s'est effectué à l'aide d'un spectrophotomètre à 595 nm après l'avoir étalonné avec le témoin, en faire passe la cuve du spectrophotomètre et remplir avec les solutions de la BSA ,une par une (de 0 à 100) .

En suite en faire passe nos échantillons qui sont mise à l'agitation à l'aide d'un vortex, Avant de les faire passer dans le but d'homogénéiser ces solutions, il faut à chaque passage de chaque solution, rincer la cuve avec une petite quantité d'eau distillée

Finalement tracer la courbe de référence, qui exprime les densités optiques en fonction des concentrations du BSA, pour Les densités optiques obtenues des échantillons ; ils vont être projetés sur la courbe de référence, afin d'obtenir leurs concentrations protéiques.

**3.5. Analyse statistique**

Pour donner une signification statistique aux résultats trouvés à travers les différents paramètres étudiés, le traitement des données est effectué à l'aide du logiciel XL. STAT version 6.0 - ANOVA-, dont on a utilisé l'analyse de la variance à intervalle de confiance de 95%.

# Chapitre III

# Résultats

# Et Discussions

### *Chapitre III Résultats*

#### **1. L'effet de *M. anisopliae* et de Triflumuron sur la morphologie des larves L5 de *L. migratoria***

Nos résultats montrent que les larves traitées par les deux produits par ingestion, présente une activité normale similaire à celles des larves témoins pendant les premier jours de traitement. Les larves traitées au *M. anisopliae var acridum* présentent des changements au niveau de la coloration, où elles deviennent complètement rouges à partir de 6<sup>ème</sup> jour de traitement, et elles finissent par mourir (fig20). Les larves traitées au Triflumuron présentent une faible activité à partir de 5<sup>ème</sup> jour de traitement qui se manifeste par une difficulté au niveau de la prise de nourriture due aux malformations et à la disparition des pattes. Ces larves finissent par la mort au 8<sup>ème</sup> jour et la libération d'un liquide vert.



**Fig.20 : Larve L5 de *L. migratoria* rougeâtre après le traitement par *M. anisopliae***



❖ **LA DISCUSSION**

**A. L'effet de *M. anisopliae***

Les résultats obtenus chez les larves traitées au *M. anisopliae* montrent des changements morphologiques, les larves présente une couleur rouge et apparition d'un phénomène de la momification après leur mort.

Nos résultats confirment ceux obtenus par OUTTAR(2009), qui constate que le traitement au *M. anisopliae* par les deux types de traitement a engendré des changements morphologiques au niveau de la coloration, donc les larves deviennent complètement rouges après leur mort ensuite se momifient.

D'après WELLING et ZIMMERMANN (1997), la cuticule des individus de *L. migratoria* infectées par *Sorospora sp.* Devient pâle et se casse vers le haut facilement, libérant les masses des spores brun-rougeâtre qui remplissent le cadavre entier. Ces spores à parois épaisses sont globulaires, avec un diamètre de 7,5 µm et agglutiné dans les unités regroupent des dizaines ou centaines de spores.

**B. l'effet de Triflumuron**

Le Triflumuron a montré des effets sur les L5 traitées. Ces effets se sont manifestés par des changements comportementaux alors, une diminution de la prise de nourriture avec une déformation morphologique telle que la perte d'une ou deux pattes de l'individu, terminé par la mort des individus avec une libération d'un liquide vert

Selon PERCY-CUNNINGHAM et al. (1987), les malformations Tégumentaires rapportées par les auteurs chez les larves sont le résultat d'une étude d'efficacité en utilisant des concentrations plus élevées du dérégulateur.

NASSEH et al., (1992), signalent que le traitement par les inhibiteurs de croissance tel que le Téflubenzuron et le Triflumuron provoquent des handicaps chez les individus du criquet pèlerin expliqués par : – L'insecte se trouve dans l'incapacité de muer; – réduction de l'aptitude au vol due à une déformation des ailes; – difficultés au niveau de la prise de nourriture dues aux malformations ou disparition des pattes et des tarse; – obstacles à la communication générale, notamment disparition de l'aptitude à la copulation parvient à une perte ou une malformation des extrémités et perte du sens de l'orientation suite à la disparition des antennes et la déformation des yeux.

## **Chapitre III Résultats**

Selon OUTTAR (2009) Le Triflumuron a montré des effets sur les L5 traitées par le mode contact ou ingestion. Ces effets se sont manifestés par des changements morphologiques avec une augmentation au niveau de la taille des individus, des gonflements au niveau de l'abdomen et le pronotum et des déformations morphologiques à cause du blocage de la mue imaginale, terminé par la mort des insectes. Ces manifestations correspondent au mode d'action des dérégulateurs de croissances dont le Triflumuron fait partie.

Selon HANRIEDER et *al.*, (1993), les larves de *Locusta migratoria migratorioides* traitées au Triflumuron présentent un aspect moue après leur mort ; aucun durcissement de la cuticule, avec une rupture observé entre les segments membranaires de ce locuste

ALLACHE (2005), a signalé qu'aucune déformation n'a été observée chez les larves L4 de *L. migratoria* traitées par l'exaflumuron et il a justifié ça par la faible dose utilisé au cours de ses essais.

TIRCHI (2008), a enregistré de diverses malformations morphologiques chez les larves traitées avec le lufenuron et le triflumuron traduisant par l'apparition des malformations au niveau des ailes, disparition de l'une ou des deux pattes postérieures ou des déformations au niveau de celles-ci et une réduction au niveau de la taille des larves et des imagos issus. Cependant, avec le flufenoxuron, aucune déformation n'a été enregistrée mais la diminution des performances des larves traduite par leur faiblesse et la réduction de leur mobilité.

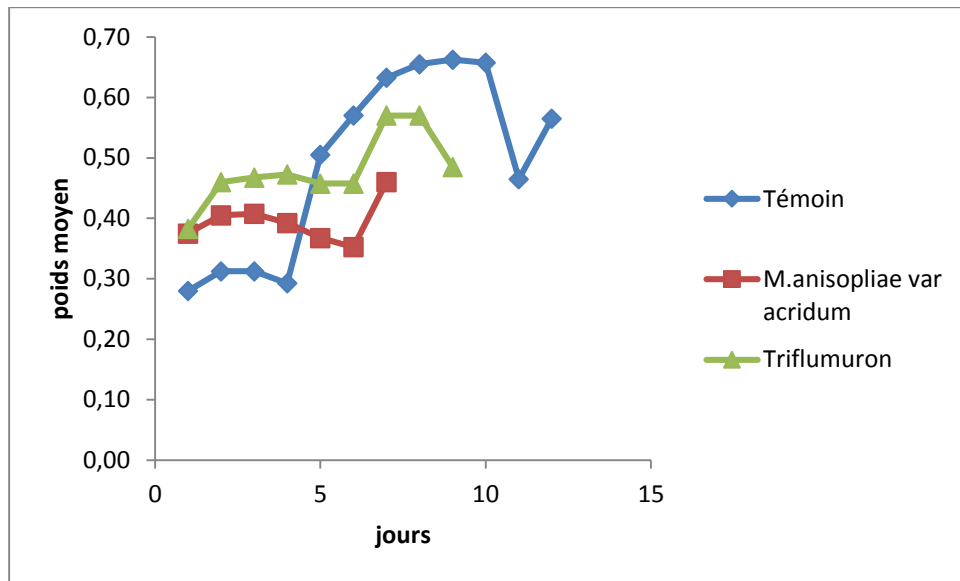
### **2. L'effet de *M. anisopliae*, Triflumuron et l'eau distillée sur l'évolution pondérale, le gain du poids et l'activité alimentaire des larves L5 de *L. migratoria***

#### **2.1. Effet sur l'évolution pondérale**

Les résultats du poids moyen des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux trois produits sont portés sur le tableau 02 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (21).

Les pesés faites chaque jour sur les larves male alimentées par du gazon pulvérisé avec les deux produits et l'eau distillée, ont montré que le poids des larves témoins augmentent rapidement avec le développement des insectes jusqu'au 9<sup>eme</sup> jour, d'où on note un poids moyen initial de 0,28g du lot alimentées par du gazon pulvérisé avec l'eau distillé et 0,38g pour les larves traitées au *M.anisopliae var acridum* et au Triflumuron.

Le poids moyen final pour les larves de témoins est de lors de 0,57g, et 0,46g chez larves alimentées par du gazon pulvérisé avec *M.anisopliae var acridum* .et 0,49g chez larves traitées par Triflumuron.



**Fig.21 :** L'évolution pondérale des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée

❖ **Analyse de la variance**

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 2 et 3

**Tableau 2:** Effet de *M. anisopliae* sur l'évolution pondérale des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
<b>Modèle</b>	12	0,225	0,019	1,642	0,305
<b>Résidus</b>	5	0,057	0,011		
<b>Total</b>	17	0,282			

**Tableau 3 :** Effet de Triflumuron sur l'évolution pondérale des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
<b>Modèle</b>	12	0,179	0,015	1,542	0,290
<b>Résidus</b>	7	0,068	0,010		
<b>Total</b>	19	0,247			

Nous remarquons d'après le tableau 2et3, que la probabilité est supérieure à 0,05 donc il y a une différence non significative entre le poids des larves témoins et celui des traitées aux deux produits

**❖ LA DISCUSSION**

Les résultats de l'évolution pondérale présente une différence non significative, entre le poids des larves témoins et celui des traitée aux deux produits (Probabilité > 0.05) Pour les larves alimentée a base du gazon pulvérisée avec les trois produits, on note un poids moyen initial de 0,28g du lot alimenté par du gazon pulvérisé avec l'eau distillé et 0.38g pour *M.anisopliae var acridum* et Triflumuron, On a noté un poids moyenne finale de 0,57g pour les larves de témoins, 0,46g pour les larves traitée au *M.anisopliae var acridum* et 0,49g chez les larves traitée au Triflumuron.

Et comme les larves expérimentées sont tous des males élevés sur le même aliment qui est le gazon et qui contient les mêmes éléments nutritifs, ce qui justifié l'effet des deux produits sur l'évolution pondérale des larves. Donc peut être que l'ingestion du gazon traité par ce cryptogame infecte le tube digestif des larves et perturbent leur alimentation, ces dernières perdent leur poids avant leur mort (OUTTAR ,2009).

HEMOUR (2009), a confirmé que le traitement au *M. anisopliae* par une application topique sur *Schistocerca gregaria*, entraine une diminution de la croissance pondérale des adultes femelles, mais il réduit faiblement le poids des imagos femelles.

**2.2. Effet sur le gain du poids**

Les résultats concernant le gain du poids chez les larves L5 de *L. migratoria* traitées aux trois produits par ingestion sont consignés dans le tableau 03 (Annexe 2) et illustrés par la fig.(22).

Le gain du poids des larves est de -0,02g et -0.04g respectivement chez les témoins et les traitées au Triflumuron et -0,05g pour le lot des larves alimentées par du gazon traité au *M anisoplliae*.

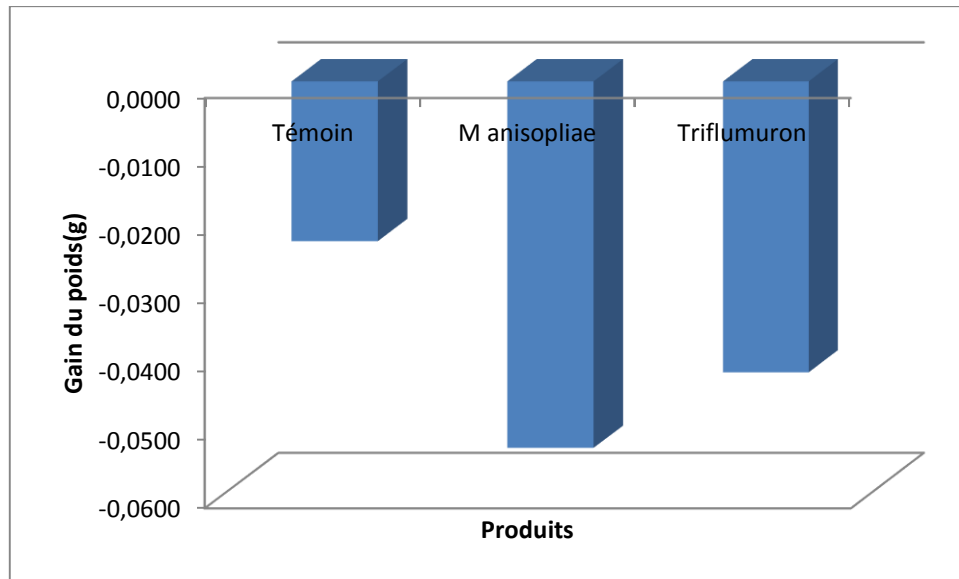


Fig.22 : Gain du poids chez les larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée

❖ Analyse de la variance

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 4 et 5

Tableau 4: Effet de *M. anisopliae* sur le gain du poids des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	0,517	0,043	2,107	0,212
Résidus	5	0,102	0,020		
Total	17	0,619			

Tableau 5: Effet de Triflumuron sur le gain du poids des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	0,549	0,046	2,943	0,080
Résidus	7	0,109	0,016		
Total	19	0,658			

D'après les tableaux 4 et 5, on constate que la probabilité est supérieure à 0,05, ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre le gain du poids des larves témoins et celui des traitées aux deux produits.

### ❖ LA DISCUSSION

Les résultats obtenus pour le gain de poids présentent une probabilité supérieure à 0,05 ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre le gain de poids des larves témoin et celui des larves traitées aux deux produits.

Le gain de poids des larves est de -0,02g et -0,04g respectivement chez les témoins et celui des insectes nourris à base de gazon traité Triflumuron et -0,05g pour le lot des larves alimentées par du gazon traité au *M. anisopliae*.

Donc on peut dire concernant les larves témoins, elles s'alimentent chaque jour le plus normalement possible ce qui fait que leur développement pondéral augmente rapidement par rapport aux larves traitées au Triflumuron et celles traitées au *M. anisopliae* et ça explique leur gain de poids remarquable comparativement aux deux autres produits.

TIRCHI et MOHOUCHE (2008), annoncent que le traitement par ingestion au Triflumuron sur les larves de *Schistocerca gregaria* entraîne une diminution de la croissance pondérale chez les L4 et les L5.

### 3. Effet sur l'activité alimentaire

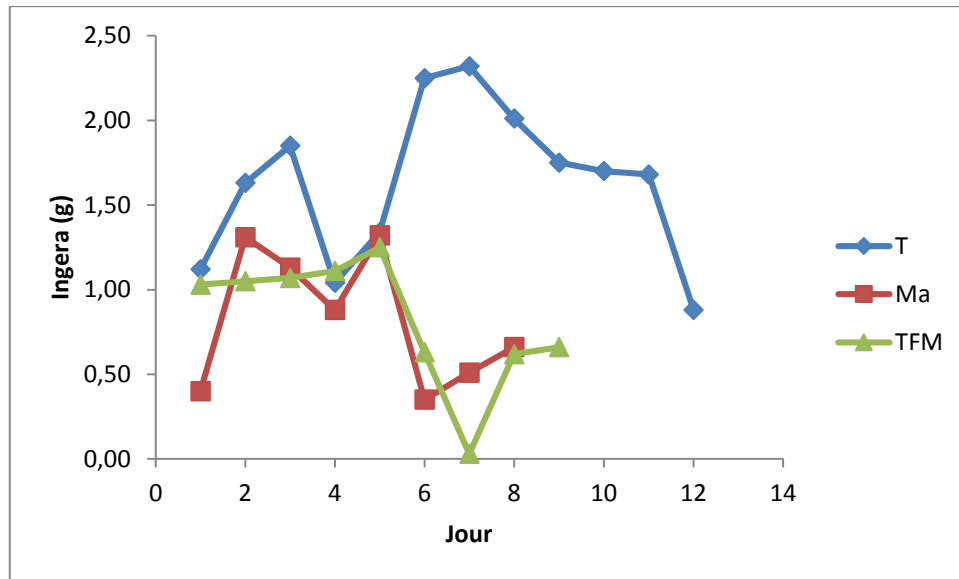
#### 3.1. Effet sur la consommation journalière des larves L5

##### 3.1.1. Effet sur l'ingestion

**Remarque :** Notons que le poids sec du 15 g de gazon est 0,69g.

Les résultats du poids journalier d'ingestion des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée par ingestion sont consignés dans le tableau 04 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (23).

Les consommations journalières des larves alimentées par du gazon traité aux deux produits et l'eau distillée commencent par des valeurs initiales de 1,12g et 0,40g respectivement pour les insectes nourris avec du gazon pulvérisé par l'eau distillée et celles alimentées par du gazon pulvérisé au *M. anisopliae*, et 1,03g chez les traitées au Triflumuron. L'accroissement de cette consommation et la diminution se font durant le développement pour atteindre des valeurs plus importantes ou moins importantes que les valeurs initiales. La valeur de consommation finale est la même pour les larves nourries avec des aliments traités au Triflumuron et au *M. anisopliae* 0,66g, alors qu'on note une valeur finale de consommation de 0,88g pour les larves alimentées avec du gazon pulvérisé par l'eau distillée.



**Fig.23:** L'évolution pondérale des ingera des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée

❖ **Analyse de la variance**

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 6 et 7

**Tableau 6:** de *M. anisopliae* sur l'ingera des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	4,362	0,364	1,044	0,520
Résidus	5	1,741	0,348		
Total	17	6,103			

**Tableau 7:** Effet de Triflumuron sur l'ingera des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	4,571	0,381	1,212	0,414
Résidus	7	2,200	0,314		
Total	19	6,771			

D'après les tableaux 6 et 7, on constate que la probabilité est supérieure à 0,05, ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre l'ingera des larves témoins et celui des traitées aux deux produits.

#### ❖ LA DISCUSSION

L'étude de l'effet des trois produits sur la consommation journalière des larves L5 femelle de *L. migratoria*. Autrement dit l'effet sur leur ingéra et leur egesta, nous montre qu'il y a une différence non significative entre l'ingéra des larves témoins et celui des traitées aux deux produits (Probabilité > 0,05).

Les consommations journalières des larves alimentées par du gazon traité aux trois produits ont commencé par des valeurs initiales de 1,12g et 0,40g respectivement pour les insectes nourris avec du gazon pulvérisé par l'eau et celles alimentées par du gazon pulvérisé avec *M.anisopliae*, et 1,03g chez les traitées par le Triflumuron. Cette consommation augmente et diminue au cours de temps et atteint des valeurs soit supérieures ou inférieures qu'aux valeurs initiales jusqu'à la valeur finale de 0,88g pour les insectes nourris avec du gazon pulvérisé par l'eau et de 0,66 g respectivement pour les insectes nourris avec du gazon pulvérisé par *M.anisopliae* et celles alimentées par du gazon pulvérisé avec le Triflumuron.

Les quantités moyennes consommées par les 4 larves traitées à l'eau sont plus élevées que celles enregistrées chez les larves traitées aux deux produits, donc les larves témoin s'alimentent le plus normalement possible au cours de leur vie, par contre le traitement par Triflumuron a entraîné une diminution dans la prise de la nourriture des larves comparativement aux témoins. Le traitement avec *M.anisopliae* n'a pas un effet remarquable sur la prise de la nourriture des larves. Mais comparativement avec le témoin la consommation journalière est assez faible. On peut noter aussi que cette consommation augmente et diminue au cours de temps car c'est la consommation des 4 larves qui ont des poids différents.

Nos résultats concernant le traitement au Triflumuron sont différents avec ceux de HANRIEDER et al, (1993), qui confirment que le Triflumuron n'a pas un effet remarquable sur l'activité alimentaire des larves de *Locusta migratoria migratorioides*.

KOOYMAN (2007), signale que le *Metarhizium* agit par contact, pas par ingestion, et leur corpuscules hyphales font la concurrence avec l'insecte pour les nutriments et cette concurrence devient plus forte tandis que la biomasse fongique augmente. Finalement, l'insecte ne peut plus absorber assez de nutriments et meurt effectivement de faim.

Selon OUTTAR(2009), Le traitement par contact des trois produits a entraîné une diminution dans la prise de la nourriture des larves comparativement aux témoins.



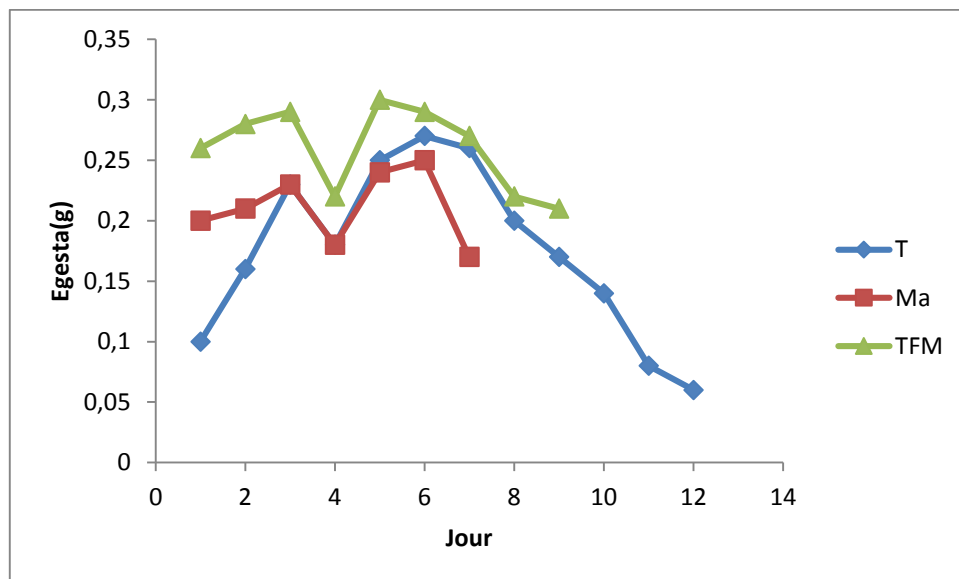
### Chapitre III Résultats

Le traitement par ingestion avec les trois produits n'a pas un effet remarquable sur la prise de nourriture des larves.

#### 3.1.2. Effet sur L'egesta

Les résultats du poids journalier d'egesta des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux trois produits sont consignés dans le tableau 05 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (24).

Le suivi de l'évolution pondérale des excréments des larves nourries chacune avec une alimentation pulvérisée par chacun des deux produits étudié séparément et l'eau distillée, donne des valeurs initiaux de 0,1g et 0,2g respectivement pour les insectes témoins et les traités au *M. anisopliae*, et de 0,26g pour les traités au Triflumuron. L'accroissement du poids des excréments et le décroissement se fait au cours de temps pour atteindre des valeurs soit plus importantes ou moins importantes qu'aux valeurs initiaux pour atteindre la valeur finale de 0,06g, 0,17g, 0,21g respectivement pour les larves nourries avec des aliments traités séparément au l'eau distillée au *M. anisopliae* et au Triflumuron.



**Fig.24:** L'évolution pondérale des egesta des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae*, Triflumuron et l'eau distillée

### Chapitre III Résultats

#### ❖ Analyse de la variance

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 8 et 9

**Tableau 8:** Effet de *M. anisopliae* sur l'egesta des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	0,053	0,004	4,283	0,060
Résidus	5	0,005	0,001		
Total	17	0,058			

**Tableau 9:** Effet de Triflumuron sur l'egesta des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	0,084	0,007	11,725	0,002
Résidus	7	0,004	0,001		
Total	19	0,089			

D'après le tableau 8, on constate que la probabilité est supérieure à 0,05 ce qui implique une différence non significative entre l'egesta des larves témoins et celui des traités au *M. anisopliae* et le tableau 9 montre que la probabilité est inférieure à 0,05 ce qui résulte qu'il existe une différence significative entre l'egesta des larves témoins et celui des traités au Triflumuron.

#### ❖ LA DISCUSSION

Les pesés faites quotidiennement sur les fèces des 4 larves mises dans chaque boîte réservée à un des trois traitements, donnent des valeurs initiaux de 0,1g, 0,2g et 0,26g Respectivement pour les pulvérisé avec l'eau distillée, Triflumuron et *M. anisopliae*.

Le poids des excréments augmente et diminue au cours du temps et atteint des valeurs soit supérieures ou inférieures qu'aux valeurs initiales pour atteindre la valeur finale de 0,06g, 0,17g et 0,21g respectivement pour les traitées à l'eau, le Triflumuron et le *M. anisopliae*. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre l'egesta des larves témoins et celui des traités au Triflumuron; il a été déjà noté que les deux produits entraînaient une diminution dans la prise de la nourriture mais Malgré la notation d'une baisse de prise de nourriture des larves, le Triflumuron n'a pas entraîné une diminution dans le poids des excréments des larves qui est plus élevé que celui des larves témoins, par contre on note une

## Chapitre III Résultats

différence non significative entre le poids sec des fèces des larves traitées au *M. anisopliae* comparativement avec celui des témoins.

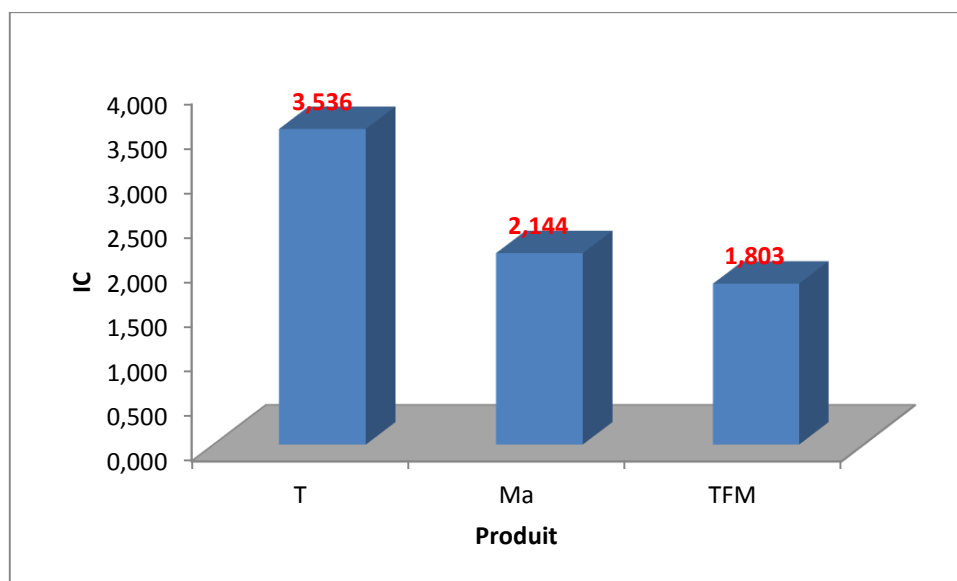
Selon OUTTAR(2009), On constate qu'il n'y pas vraiment une différence entre le poids sec des fèces des larves qui ont consommé le gazon pulvérisé avec l'eau et celui des 5 Larves qui ont consommé le gazon pulvérisé avec l'eau distillée et celui enregistrées chez les larves traitées aux trois biopesticides par ingestion (Probabilité > 0,05). Donc on peut dire que le traitement par le mode ingestion des trois produits n'a pas un effet sur les fèces des larves de *Locusta migratoria*.

### 3.2. Effet sur les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture

#### 3.2.1. Indice de consommation (I.C.)

Les résultats d'indice de consommation des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée sont consignés dans le tableau 06 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (25).

Les résultats de traitement par ingestion avec les deux produits et l'eau distillée, montrent que l'indice de consommation (I.C.) enregistré pour les larves nourries avec du gazon traité au Triflumuron (1,803) est inférieur à celui des insectes alimentés avec du gazon pulvérisé par *M.anisopliae* (2,144), ce dernier est inférieur à celui des larves nourries avec du gazon pulvérisé par l'eau (3,536).



**Fig.25:** L'indice de consommation des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée

### Chapitre III Résultats

#### ❖ Analyse de la variance

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 10 et 11.

**Tableau 10:** Effet de *M. anisopliae* sur l'indice de consommation des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	24,586	2,049	1,784	0,271
Résidus	5	5,742	1,148		
Total	17	30,328			

**Tableau 11:** Effet de Triflumuron sur l'indice de consommation des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	29,928	2,494	2,966	0,079
Résidus	7	5,887	0,841		
Total	19	35,815			

Les tableaux 10 et 11, montrent que la probabilité est supérieure à 0,05 ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre l'indice de consommation des larves témoins et celui des larves traitées aux deux produits

#### 3.2.2. Indice de croissance (I.Cr.)

Les résultats d'indice de croissance des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux trois produits sont consignés dans le tableau 10 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (26).

Dans ce type de traitement, l'accroissement des larves traitées aux deux produits diffère de manière significative à celui des larves témoins, on peut noter qu'il est légèrement plus élevé pour les traitées au Triflumuron (I.Cr.= -0,078) et moins élevé pour les traitées au *M. anisopliae* (I.Cr.= -0,107) par rapport au témoin.

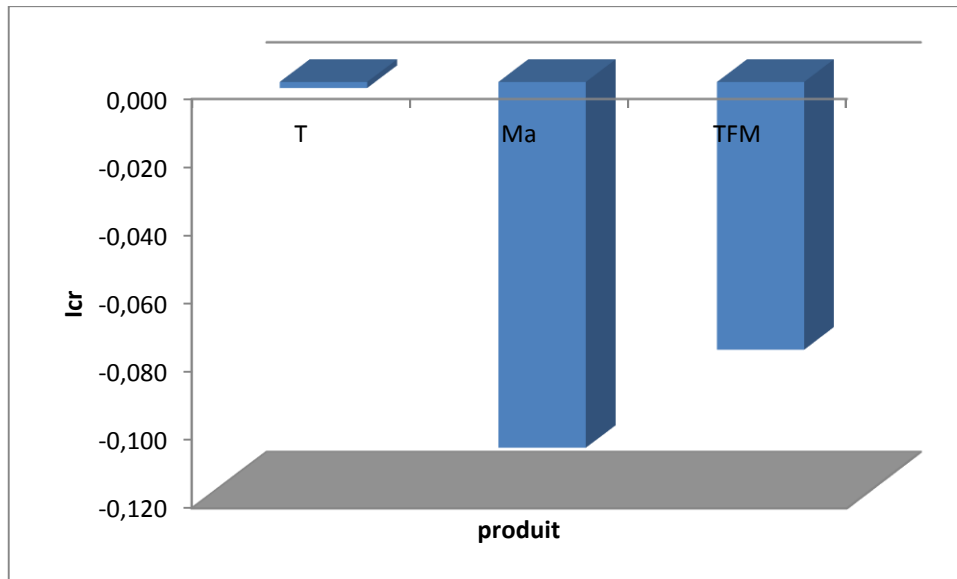


Fig.26 : L'indice de croissance des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée

❖ **Analyse de la variance**

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 12 et 13

**Tableau 12:** Effet de *M. anisopliae* sur l'indice de croissance des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	2,134	0,178	1,429	0,366
Résidus	5	0,622	0,124		
Total	17	2,757			

**Tableau 13:** Effet de traitement par ingestion de Triflumuron sur l'indice de croissance des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	2,183	0,182	2,121	0,163
Résidus	7	0,600	0,086		
Total	19	2,784			

Les tableaux 12 et 13, montrent que la probabilité est supérieure à 0,05, ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre l'indice de croissance des larves témoins et celui des traitées aux deux produits

**❖ LA DISCUSSION**

Les résultats de l'estimation des indices nutritionnels montrent statistiquement une différence non significative entre I.C. et I. Cr. des larves L5 traitées aux deux produits comparativement aux témoins (Probabilité > 0,05). On signale que les indices de consommation pour ces deux produits sont inférieurs à ceux des témoins, en effet l'indice obtenu est de 3,536 pour les larves pulvérisé avec l'eau distillée et 2,144 et 1,803 respectivement chez les insectes traités aux *M.anisopliae* et Triflumuron. La croissance des insectes traités au Triflumuron (I.Cr.= -0,078) et au *M.anisopliae* (I.Cr.= -0.107) est plus faible que celle des témoins (I.Cr.= -0,002).

Une faible croissance a été enregistrée sur les larves traitées par *M. anisopliae*, par rapport aux larves traitées au Triflumuron, donc le champignon *M. anisopliae* a provoqué une diminution dans la croissance des larves L5 de *L. migratoria*

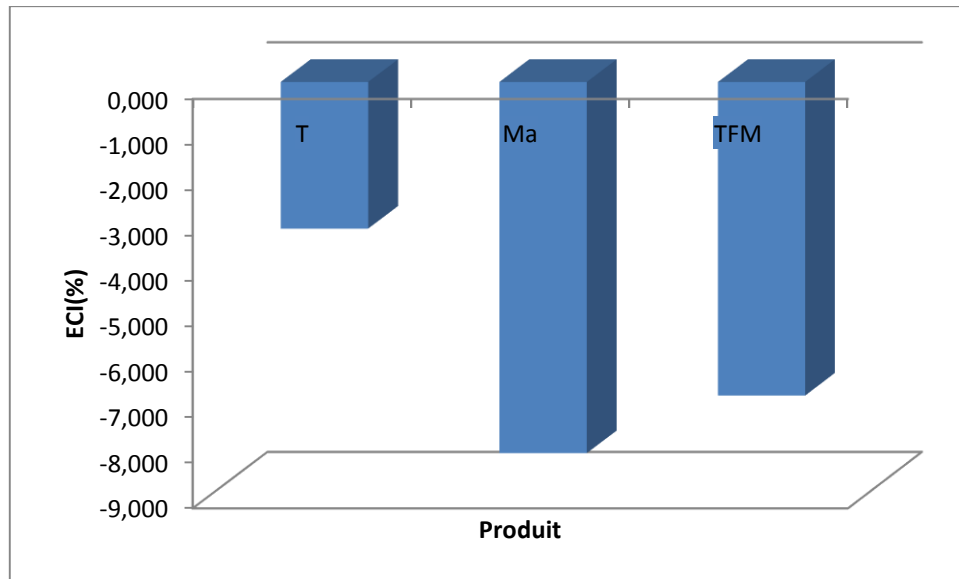
On peut conclure comparativement aux témoins. Que les deux produits testés inhibent la consommation des larves, On a enregistré la plus faible valeur dans la consommation journalière chez les males traitée au Triflumuron.

Selon OUTTAR(2009), On peut conclure cette fois ci que le traitement par ingestion aux trois biopesticides n'a pas un effet probant sur la consommation et l'accroissement des larves, sauf pour le *M. anisopliae*, qui a provoqué une diminution de la croissance des larves.

**3.2.3. Efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.%)**

Les résultats d'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves L5 de *L. migratoria* traitées aux trois produits sont consignés dans le tableau 07 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (27).

L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.) par les larves après avoir consommé les aliments pulvérisés par les deux produits et l'eau distillée présente les valeurs suivantes -3,220 , -6,887 et -8,157 respectivement pour les insectes traités à l'eau distillée, Triflumuron et *M. anisopliae* Donc l'E.C.I. avec le Triflumuron est élevée à celle obtenue pour *M. anisopliae*. l'E.C.I. la plus élevée est obtenue avec les témoins.



**Fig.27 :** L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée.

❖ **Analyse de la variance**

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 14 et 15.

**Tableau 14:** Effet de *M. anisopliae* sur l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	9221,664	768,472	0,932	0,577
Résidus	5	4120,913	824,183		
Total	17	13342,577			

**Tableau 15:** Effet de Triflumuron sur l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	7618,950	634,913	1,744	0,235
Résidus	7	2548,191	364,027		
Total	19	10167,141			

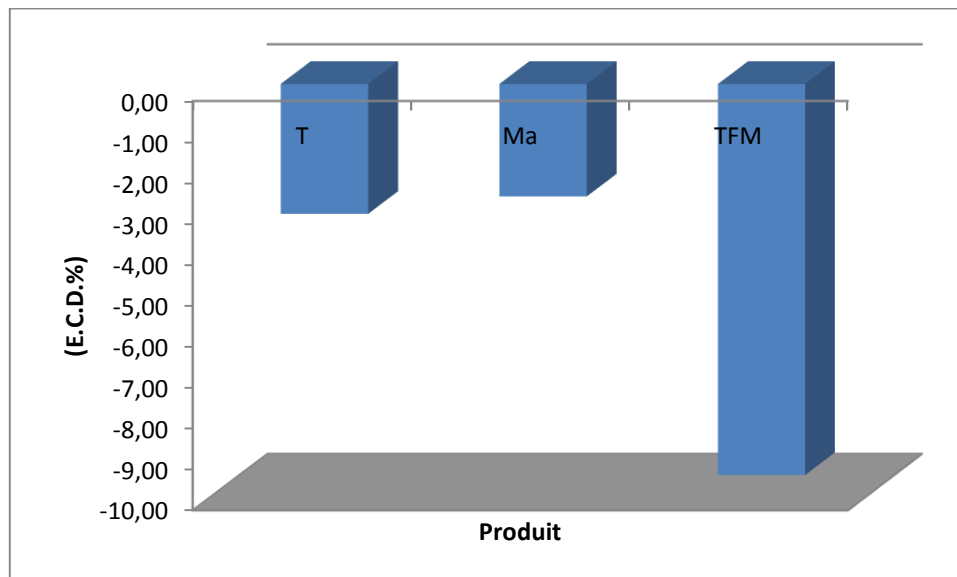
### Chapitre III Résultats

Les tableaux 14 et 15, montrent que la probabilité est supérieure à 0,05, ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les larves témoins et celles des traitées aux deux produits.

#### 3.2.4. Efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D.%)

Les résultats d'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves L5 de *L. migratoria* traitées aux trois produits sont consignés dans le tableau 08 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (28).

Dans ce type de traitement l'E.C.D. le plus élevé est enregistré chez les larves traitées au *M. anisopliae* (-2.74%), et le moins élevé chez les larves traitées au Triflumuron (-9.55%). L'E.C.D des témoins est de (-3.17%).



**Fig.28 :** L'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae*, Triflumuron et l'eau distillée.

#### ❖ Analyse de la variance

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 16 et 17

**Tableau 16:** Effet de *M. anisopliae* sur l'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	20711,060	1725,922	0,584	0,794
Résidus	5	14787,459	2957,492		
Total	17	35498,519			



**Tableau 17:** Effet de Triflumuron sur l'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves L5 de *L. migratoria*

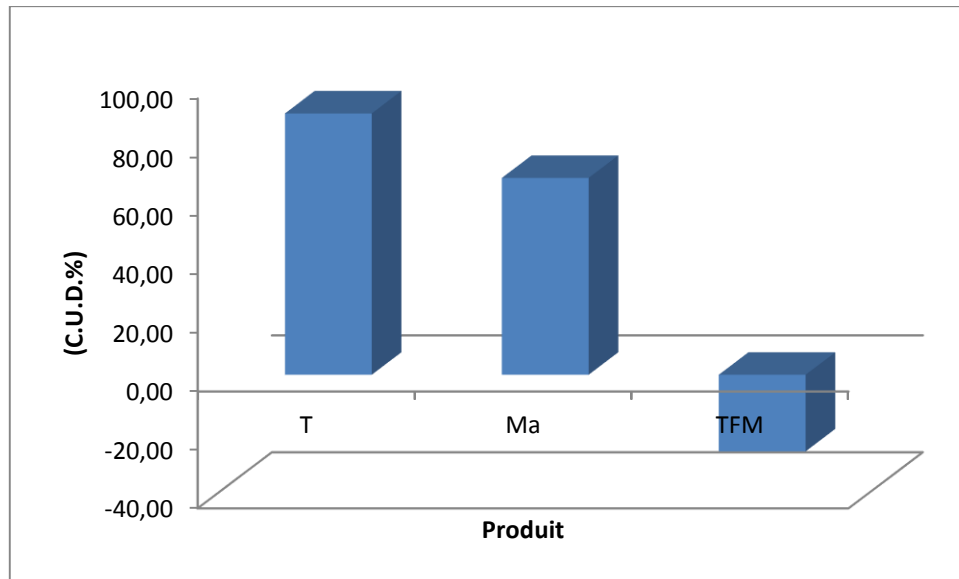
Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	12	12284,874	1023,739	1,241	0,401
Résidus	7	5772,628	824,661		
Total	19	18057,501			

Les tableaux 16 et 17, montrent que la probabilité est supérieure à 0,05, ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre l'efficacité de conversion de la nourriture digérée par les larves témoins et celles des traitées aux deux produits.

### **3.2.5. Coefficient d'utilisation digestif (C.U.D.%)**

Les résultats du coefficient d'utilisation digestif des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux trois produits sont consignés dans le tableau 09 (Annexe 2) et illustrés par la fig. (29).

Les résultats du C.U.D. obtenus suite au traitement par les deux produits et l'eau distillée montrent qu'il y a une différence entre les insectes traitées et les témoins, cependant on peut enregistrer des valeurs de C.U.D. plus élevées chez les témoins (89,181%) que celles obtenues avec le *M. anisopliae* (67,174%) et pour Les larves alimentées avec du gazon traité au Triflumuron ont donné un C.U.D. de -26,241% inférieur à ceux des deux produits.



**Fig.29 :** Coefficient d'utilisation digestif (C.U.D.%) Des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae* , Triflumuron et l'eau distillée.

❖ **Analyse de la variance**

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 18 et 19.

**Tableau 18:** Effet de *M. anisopliae* sur le coefficient d'utilisation digestif des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
<b>Modèle</b>	12	3539,621	294,968	1,170	0,462
<b>Résidus</b>	5	1260,142	252,028		
<b>Total</b>	17	4799,763			

**Tableau 19:** Effet de Triflumuron sur le coefficient d'utilisation digestif des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
<b>Modèle</b>	12	407272,895	33939,408	0,714	0,710
<b>Résidus</b>	7	332657,050	47522,436		
<b>Total</b>	19	739929,944			

Les tableaux 18 et 19, montrent que la probabilité est supérieure à 0,05, ce qui implique qu'il n'y a une différence non significative entre le coefficient d'utilisation digestif par les larves témoins et celui des traitées aux deux produits.

### Chapitre III Résultats

#### ❖ La discussion pour Effet sur les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture (C.U.D.%), (E.C.D.%) et (E.C.I.%).

Pour le C.U.D, et d'apprêt nos résultats il y a une différence non significative entre le C.U.D des larves L5 traitées aux deux produits de traitement comparativement aux témoins (Probabilité > 0,05).

On a enregistré des valeurs plus élevées de C.U.D pour les larves témoin (89.181%) que celles obtenus avec le *M. anisopliae* (67.174%) et pour les larves alimentées avec du gazon traité au Triflumuron ont donné un C.U.D. de -26.241%, ce dernier qui est inférieur à ceux des traités au *M. anisopliae* et des témoins.

Les analyses statistiques à montre qu'il y a une différence non significative entre le coefficient d'utilisation digestif par les larves témoins et celui des traitées au deux produits

OULD AHMEDOU *et al.*, (2001), ont étudié le comportement alimentaire des larves L4 de *Schistocerca gregaria* devant *Glinus lotoides* (Aizoacées). Ils ont trouvé que les larves ont très peu consommé de *G. lotoides*, et par conséquent leur CUD est faible par rapport à ceux des témoins. L'assimilation digestive est insignifiante, par conséquent elle entraîne une perte sensible du poids des larves.

Concernant les deux indices E.C.I. et E.C.D, on remarque qu'il y a une différence non significative pour ces deux indices entre les larves traitées par les deux produits et les larves témoin (probabilité est supérieure à 0,05)

L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.) par les larves après avoir consommé les aliments pulvérisés par les deux produits et l'eau distillée présente les valeurs suivantes -3,220, -6,887 et -8,157 et respectivement pour les insectes traités à l'eau distillée, Triflumuron et *M. anisopliae*. Donc l'E.C.I. de Triflumuron est élevé à celle obtenue pour *M. anisopliae*. L'E.C.I. la plus élevée est obtenu avec les témoins

Alors que l'E.C.D le plus élevé a été enregistré chez les larves traitées au *M. anisopliae* (-2.74%), et le moins élevé chez les larves traitées au Triflumuron (-9.55%). L'E.C.D des témoins est de (-3.17%).

Donc on peut conclure que le traitement par *M. anisopliae* n'a pas un effet remarquable sur l'E.C.D les larves L5 de *L. migratoria*. Alors que le traitement par Triflumuron a provoqué une forte diminution dans l'efficacité de conversion de la nourriture digérée chez les larves L5 de *L. migratoria*

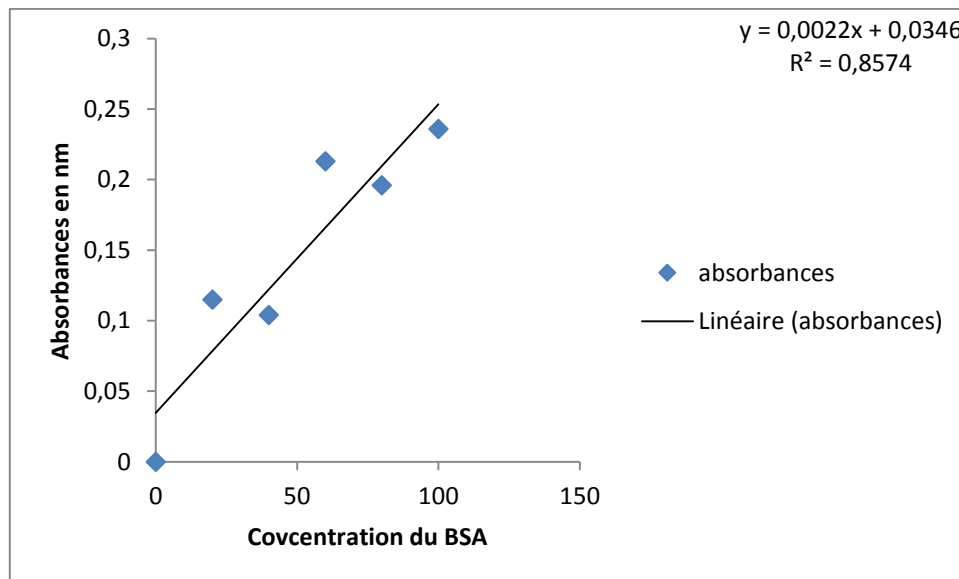
### Chapitre III Résultats

Contrairement aux HEMOUR (2009) qui a trouvé que ; une prise de nourriture importante a été évaluée chez les ailés de *S. gregaria* traités par la dose sublétales de *M. a. var. acridum*.

Selon OUTTAR(2009), on peut conclure que le traitement au *M. anisopliae* par contact n'a pas un effet remarquable sur E.C.I. et E.C.D. Ce champignon a diminué le taux de ces deux indices avec le traitement par ingestion, car on a enregistré une chute du poids des larves traitées. Le Triflumuron et le henné n'ont pas un effet sur E.C.I. et E.C.D. avec le traitement par ingestion. Et pour le traitement par contact ces deux indices ont été élevés avec ces deux derniers produits par ce qu'il y a une augmentation du poids des larves dû aux gonflements comme on a déjà mentionné.

#### 4. L'effet de deux produits et l'eau distillée sur le taux des protéines hémolymphatiques des larves L5 de *L. migratoria*.

Afin de déterminer le taux des protéines hémolymphatiques des larves L5 de *L. migratoria*, témoins et traitées aux deux produits, nous avons d'abord déterminé les concentrations de BSA (Bovine Serum Albumen) mentionnées sur le tableau 11 (Annexe 02) et illustrés par la fig. (30).

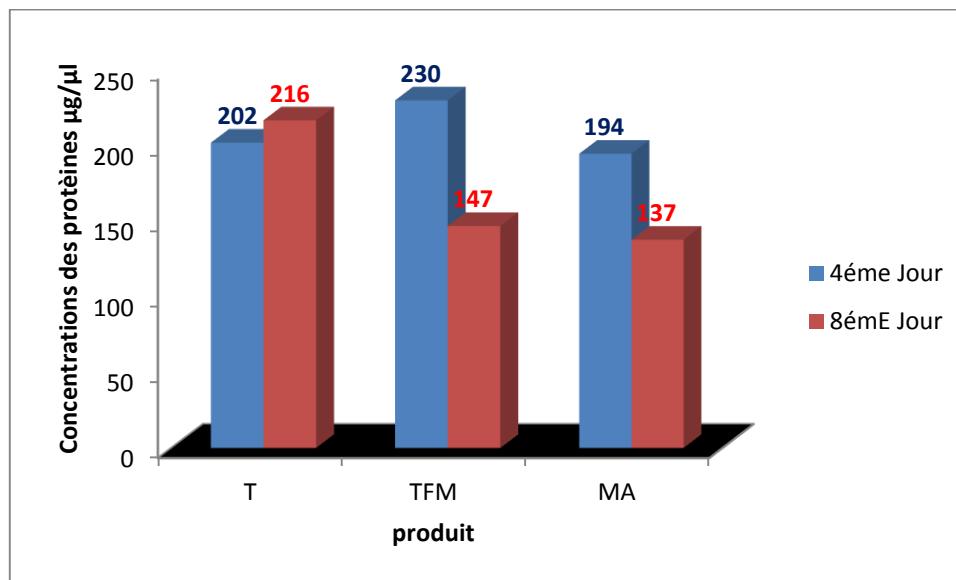


**Fig. 30 : Courbe de référence exprimant les absorbances à 595 nm en fonction des Concentration de BSA en µg/µl**

Les résultats des différentes concentrations des protéines hémolymphatiques des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux *M. anisopliae*, Triflumuron et l'eau distillée au 4<sup>ème</sup> et au 8<sup>ème</sup> jour, sont consignés dans le tableau 12 (Annexe 2) et illustrés par la fig.(31).

### Chapitre III Résultats

D'après les résultats on constate une différence entre le taux des protéines hémolympatiques des larves témoins et celles traitées aux deux produits a été relevée : ce taux diminue pour les traitées *M. anisopliae* (194 µg/ml) et augmente pour les traitées au Triflumuron (230 µg/ml), en les comparant avec le témoin (202 µg/ml) au 4<sup>ème</sup> jour, au 8<sup>ème</sup> jour le taux des protéines hémolympatiques est de 216 µg/ml, 147 µg/ml et 137 µg/ml, respectivement pour les témoins, les traitées au Triflumuron et les traitées au *M. anisopliae*.



**Fig.31 :** La concentration des protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée au 4<sup>ème</sup> et au 8<sup>ème</sup> jour

#### ❖ Analyse de la variance

Les résultats de cette analyse sont portés sur les tableaux 19 et 20

**Tableau 20:** Effet de *M. anisopliae* sur la concentration des protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	2	7352,367	3676,184	2,218	0,225
Résidus	4	6629,215	1657,304		
Total	6	13981,582			

### Chapitre III Résultats

**Tableau 21:** Effet de Triflumuron sur la concentration des protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria*

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	2	6509,628	3254,814	5,117	0,079
Résidus	4	2544,091	636,023		
Total	6	9053,719			

Les tableaux 20 et 21, montrent que la probabilité est supérieure à 0,05, ce qui implique qu'il y a une différence non significative entre la concentration des protéines hémolympatique des larves témoins et celles des traitées aux deux produits.

#### ❖ La discussion

L'analyse statistique des résultats issus de l'effet des deux produits et l'eau distillée sur le taux des protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria*, montre une différence non significative entre la concentration des protéines hémolympatiques des larves témoins et celles traitées aux deux produits (Probabilité > 0,05).

le taux des protéines diminue pour les traitée au *M. anisopliae* et aussi bien pour les traitées au Triflumuron par rapport aux témoins, on a enregistré un taux de 230 µg/ml et 194 µg/ml au 4<sup>ème</sup> jour et de 147 µg/ml et 137 µg/ml au 8<sup>ème</sup> jour, respectivement pour les traitées au Triflumuron et les traitées au *M. anisopliae* contre un taux de 202 µg/ml au 4<sup>ème</sup> jour et 216 µg/ml au 8<sup>ème</sup> jour pour les témoins.

On remarque d'après nos résultats que le taux des protéines augmente au 8<sup>ème</sup> jour par rapport au 4<sup>ème</sup> chez les larves témoins, par contre il y a une diminution dans le taux des protéines chez les larves traitée au Triflumuron et *M. anisopliae* au 8<sup>ème</sup> jour par rapport au 4<sup>ème</sup> jour, avec une diminution plus importante chez les individus traitée au Triflumuron.

Contrairement aux OUTTAR (2009) qui a trouvé que Le traitement par les deux types de traitement au *M. anisopliae* et celui au Triflumuron par ingestion entraine une augmentation de taux des protéines hémolympatiques des larves L5 de *L. migratoria*. Le traitement par les deux types de traitement au henné et celui au Triflumuron par contact provoque une diminution de ce taux.

BOUHACEIN (1999) a noté chez *Locusta migratoria*, une augmentation significative des concentrations de protéines hémolympatiques du stade L5 au stade adulte qui est de 17,12 µg/ml.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

Dans notre travail nous avons évalué une étude comparative de l'effet d'un champignon entomopathogène *M. anisopliae var acridum* et un insecticide le Triflumuron (T.F.M.), sur quelques paramètres physiologiques du criquet migrateur *Locusta migratoria*. Tel que la morphologie le gain du poids et l'activité alimentaire, ainsi que leur effet sur les protéines hémolympatiques des larves L5.

Nos résultats ont montré un changement de couleur des larves traitées au *Metarhizium anisopliae* et une déformation avec libération d'un liquide vert chez les larves traitées au Triflumuron. On peut noter aussi une perte de poids chez les larves L5 traitées par les deux produits ainsi qu'une diminution dans la prise de nourriture des males L5.

L'indice de consommation enregistré chez les larves traitées au *Metarhizium anisopliae* est assez élevée que celui des larves traitées au Triflumuron, on constate que les deux produits diminuent la consommation journalière des larves L5 comparativement avec le témoin.

Finalement, nous avons remarqué une diminution dans la concentration des protéines hémolympatiques enregistrée chez les L5 femelles de *L. migratoria* traitées par les deux produits comparativement avec le témoin.

En conclusion la lutte contre les acridiens en générale et le criquet migrateur en particulier nécessite un programme de lutte intégrée plus respectueuse à l'environnement et la santé humaine et prouvée leur efficacité sur le terrain à ce moment-là on peut faire un grand pas dans la phytoprotection durable.

En perspectives il se rait intéressant d'approfondir dans la recherche au niveau d'autres stades larvaires de *Locusta migratoria* et de tester plusieurs concentrations de bioicide et de TFM afin de trouver d'autres méthodes de lutte biologique peut être plus efficaces contre *Locusta migratoria* et de tester le *Metarhizium anisopliae* sur d'autres acridiens comme *Schistocerca gregaria* et *Dociostaurus maroccanus*.



# Références bibliographiques

## *Références bibliographiques*

1. AMOURIQ L, 1973 - *Elément sur la relation entre insectes et champignons. Ed.Herman, Paris, 135p.*
2. ABOU THIAM., 1991- *Problématique de l'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte anti-acridienne. In : ESSAID A., 1991- La lutte anti-acridienne.AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext, Paris © : 193-206*
3. ALLACHE F., 2005- *Activité biologique d'un dérégulateur de croissance des insectes: l'hexaflumuron sur la cuticule des larves de *Locusta migratoria* (linné, 1758) (orthoptera, oedipodinae). Thèse Magister Scie. agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 186 p.*
4. ABBASSI, K., MERGAOUI, L., ATAY-Kadiri, Z., GHAOUT, S.et STAMBOULI, A. 2005. *Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllacea) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin.Zool.baetica,16:31-46.*
5. ALLAL- BENFEKIH L., 2006- *Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thès. Doc. Sci. Tech. Sant., Inst. Nati. Agro., El Harrach, 140p.*
6. ANONYME, 1993- *Manuel explicatif du code ONM de transmission des informations sur les criquets ravageurs. Ed. Org. Mété. Mond., Org. Isl. Etu. Sci. Cult., Genève, 32p*
7. ANNONYME, 2004 - *Evaluation des données d'essais de terrain sur l'efficacité et la sélectivité des insecticides sur les criquets et sautereaux. Rapport à la FAO. Du groupe consultatif sur les pesticides, Rome 18-21 octobre ,35p*

8. BALACHOWSKY A. et MESNIL L., 1936- *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs moeurs, leur destruction. Ed. Etablissement Busson, T. II, vol. III, Paris : 1141-1921.*
9. BROSSARD et TERRY., 1984- *Bactériologie systématique. C.R.D.P, Lyon, 220p.*
10. BATEMAN R., 1997 - The development of a mycoinsecticide for the control of locusts and grasshoppers. *Outlook on Agriculture*, n°26(1), pp. 13-18.
11. BOUHACEIN M., 1999 – *Effet de deux entomopathogènes (Hyphomycètes Deuteromycotina), Beauveria bassiana (Balasmo) Veillemin et Metarhizium flavoviride Gams et Rozyspal sur les métabolites hémolympatiques, l'hémogramme et les protéines circulaires chez Locusta migratoria (LINNE, 1758). Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 121 p.*
12. BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOGNAY G. et AMMAR M., 2001. Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui L'Hérit.* (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2001 **5** (2), 85–90.
13. CIRAD / PRIFAS, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°5', Montpellier, 125 p.
14. CIRAD-PRIFAS, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°6', Pays-Bas, 183p.
15. CIRAD, 2007- Les criquets ravageurs. Physiologie. (Disponible sur [http://locust.cirad.fr/tout\\_savoir/physiologie/physio\\_6.html](http://locust.cirad.fr/tout_savoir/physiologie/physio_6.html))
16. DURATON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LAUONG MH et LECOQ M., 1982- Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. cirad/prifas, Départ .G.E.R.D.A.T ,paris,T.t,695p
17. DURATON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-lauong MH et LECOQ M., RACHADI T., 1987- guide antiacridien du sahel. Ed. cirad/prifas, Départ. G.E.R.D.A.T., montpellier, 329p
18. DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1994 – Criquets et sauterelles (Acridologie). Office Publ. Univ, Alger, 99 p.

19. DOBSON H., COOPER J., RAKOTONANDRASANA A. and SHERER R., 1997- Economics and practicalities of *migratory locust hopper* band control using barriers of insect growth regulator, pp.433-442 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.
  
20. DIOP B. et WILPS H., 1997- Field trials with neem oil and *Melia volkensii* extracts on *S.Gregaria* : 201-207 in KRALL S., PEVELING M. and DIALLO D., *New Strategies in Locust Control*. Birkhäuser. Basel, Switzerland, 522 p.
  
21. DURATON J.F.,LAUNOIS M., LAUNOIS-LAUONG MH et LECOQ M.,RACHADI T., 1978- *Etude pluridisciplinaire intégrée de l'écologie du criquet migrateur Malgache*
  
22. DJEZZAR M., 2007-*Effet d'un biopesticide « Green muscle » sur les différents stades de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae) et impact sur quelques espèces de la Biocoenose aquatique*. Thèse Magister Scie. agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach,155p
  
23. DOBSON H.M., 2001- Directive sur le criquet pèlerin 4 : lutte antiacridienne. FAOUN, Rome, 47p.
  
24. DORN A., WIESEL G.et SCHNEIDER M., 1994- Juvenile hormone analogues in locust control, pp. 91-106 in KRALL S., WILPS H., *New trends in locust control*. Ed. TZ-Verlags-Gesellschaft, Rossdorf, Germany).
  
25. DUNPHY G. B. et TIBELIUS K. H., 1992- Les progrès biotechnologiques augmentant l'efficacité de *Bacillus thuringiensis* et de *Bacillus sphaericus* en tant qu'insecticide microbien, in lutte biologique : 305-320.
  
26. Dobson H.M., 2001 - Lutte antiacridienne 2<sup>ème</sup> Ed. FAO. ,82p.
  
27. DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990- Le criquet pèlerin au Sahel. Ed. CILSS-DFPV/ ZHU D.H. and TANAKA S., 2002- Prolonged precopulatory mounting increases the length of copulation and sperm precedence in *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae). *Ann.Entomol. Soc. Am.*, 95(3): 370-373.

28. FERRON P., FARGUES J. et RIBA G., 1991 - Les champignons agents de lutte microbiologique contre les ravageurs. Doss. cell. envir. n° 5, pp.66-76.
29. FERENZ H J., LUBER K. et WIETING J., 1994- Pheromones as a means of controlling *migratory locusts*. In: New trends in locust control (eds. S. Krall, H. Wilps). GTZ. Eschborn. TZ-Verlags-gesellschaft Rossdorf : 81-89.
30. GRAF P., HAMDAROU M., RAMZI H. et FRAVAL A., 1989- *Lymantria dispar*. Surveillance et lutte. Les inhibiteurs de la synthèse de la chitine des insectes ; Les produits à base de *Bacillus thuringiensis*. Documents scientifiques et techniques n° 3 actes éditions, Rabat. (Disponible sur <http://www.inra.fr/dpenv/ld-m-sur.htm>).
31. GREATHEAD D.J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H. et POPOV G.B., 1994 Les ennemis naturels des criquets du Sahel. Ed. Cirad / Prifas, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°8', Montpellier, 147 p.
32. HANRIEDER G., WILPS H. et KRALL S., 1993- The effect of Alsystin (Triflumuron) on larvae of the migratory locust *Locusta migratoria migratorioides* Investigations carried out in the semi-desert area of Sudan's Red Sea Province. Anz. Sch~idlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 66, Ed. Verlag Paul Parey, Berlin, und Hamburg, pp. 10-15.
33. HEMOUR S., 2009- Effet d'un bio pesticide « Green Muscle » (*Metarhizium anisopliae var. acridum* IMI 330189) sur la reproduction du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskål (1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) en conditions contrôlées. Thèse Magister, Ecole. Nati. Agro., El Harrach, 163 p.
34. IDRISSE HASSANI L.M., OULD AHMEDOU M.L., MAYAD E.H. et BOUAICH A., 2002-pouvoir insecticide de *Peganum harmala* sur *Schistocerca gregaria*, effets de l'huile et des extraits des feuilles. Biologie et santé, 2(2) : 122-123.

35. KABASSINA B., 1990- Comparaison faunistique des Caelifères de la station de Caïd Gacem et de divers étages bioclimatiques du Togo. Thèse .Ing, Inst. Nat. Agro, El Harrach : 32-82.
36. KLEESPIES R.G., HUGER A.M., and STEPHAN D., 2000- Diagnosis and pathology of diseases from locusts and other orthopterans. GTZ (Eschborn, Germany) and BBA (Darmstadt, Germany), biologique : 305-320.
37. KOOYMAN C., AMMATI M., MOUMENE K., CHAOUCH A. et ZEYD A ., 2005 - Essai de Green Muscle sur des nymphes du Criquet pèlerin dans la Wilaya d'El Oued. Nord-Est Algérie FAO TAC ,n°715, 22p.
38. KOOYMAN C., 2007- *Metarhizium anisopliae var. acridum*, la matière active du Green Muscle®, pp.11-13, Atelier international sur l'avenir des biopesticides en lutte contre le criquet pèlerin, Saly, Sénégal 12-15 février 2007. Ed. The orthopterist's society. 32p.
39. LERECLUS D et CHAUFaux J., 1986- Etat actuel de la lutte biologique a l'aide de *Bacillus thuringiensis* : ce bioinsecticide permettra-t-il demain d'atteindre le doryphore ? Cah. Liaison O.P.I.E.Guyancourt ,20(4).63 :15-20.
40. LOUVEAUX et BEN-HALIMA. ,1987-catalogue des orthoptère acridoidea d'Afrique du nord .Ouest.Bull.Soc.Ent. , France, T.91,(3-4) ,7387p
41. LAUNOIS-LUONG M.A., LAUNOIS M. et RACHADI T., 1988- la lutte chimique contre les criquets du Sahel. Coll. Acrid. Operat. 3 . Cirad – Prifas, Montpellier, 125p.
42. LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1989 – Vade Mecum des criquets du Sahel. Ed. CIRAD / PRIFAS, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°5', Montpellier, 125 p.
43. LECOQ M.,1991- Le criquet migrateur en Afrique et a Madagascar. Cirad-Prifas, Montpellier, 31p.

44. LECOQ M. 1991. Le Criquet pèlerin : enseignements de la dernière invasion et perspectives offertes par la biomodélisation . Paris : Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext.
45. LAUNOIS-LUONG M.H., RACHADI. T. et DEUSE. J., 1994- Les biopesticides en lutte antiacridienne. Insectes, 29.
46. LARPENT P.J .et GAURGAUD L.M., 1997- Mémento technique de microbiologie .Lavoisier, Paris, 934p.
47. LUONG-SKORMAND M.H., RACHEDI T. et LECOQ M., 1999 - La lutte contre les criquets ravageurs : l'intérêt des myco pesticides. Ed. Cirad-Amis-Programme Protection des cultures, n°19, Paris. (Disponible sur <http://www.inra.fr/dpenv/> do.htm#d19)
48. MCLAUGHLIN R. E., 1971- Use of Protozoa for microbial control of insects : 151-172 in BURGESS H. D. et HUSSEY N. W., Microbial control of insects and mites. Academic Press, New York, 861p
49. MILLER L. K., LINGG A. J., et BULLA L. A., 1983- Bacterial, viral and fungal insecticides. Sci , 219: 715-721.
50. MEYNADIER G., MARGIER A. A., GIRARDIE J. et VAGO C., 1992- Une entomopoxvirose chez l'orthoptère *Anacridium aegyptium*. Entomophag, 37: 453-464.
51. MEINZINGEN W.F., 1997- Overview and challenges of new control agents, pp.105-115 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., New strategies in locust control, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.
52. MUSUNA A.C.Z. and MUGISHA F.N., 1997- Evaluation of insect growth regulators for the control of the african migratory locust, *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.), in Central Africa, pp. 137-142 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., New strategies in locust control, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.

53. Milner R.J., 2000 - Current status of *Metarhizium* as a mycoinsecticide in Australia. *Biocontrol News and Information*, n° 21(2), pp. 47-50.
54. MAMADOU A., MAZIH A. et INEZDANE A., 2005. L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de Pimelia (Coleoptera, Tenebrionidae) au Niger », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 6 Numéro 3 | décembre 2005, mis en ligne le 01 décembre 2005.
55. NASSEH H.S., KRALL H., WILPS H. et SALISSOU G.B., 1992- Les effets des inhibiteurs de croissance et de biocides végétaux sur les laves de *Schistocerca gregaria* (Forskål). *Sahel pv. Info. Bull. Inform. Protect. Végétaux. UCTR/PV* n° 45, 5- 9.
56. OULD EL HADJ M. D., 1992.- Bioécologie des sauterelles et sauteriaux dans trois zones d'études au Sahara. *Mém. Ing. Scie. Agro. Inst. Natio. Agro. INA, El Harrach, Alger*, 85 p.
57. OULD AHMEDOU M. L., BOUAICHI A. et IDRISSE HASSANI L. M., 2001- Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinus lotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). *Zool. baetica*, 12: 109-117.
58. OUTTAR F., 2009. L'utilisation de quelques biopesticides sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné., 1758) (Oedipodinae, Acrididae). Thèse. Magister: Ecole. Nat. Agro. EL.harrach, Alger.
59. Popov G.B., 1980. Studies on oviposition, egg development and mortality on *Oedaleus senegalensis* (Krauss), (Orthoptera, Acridoidea) in the Sahel. – Centre for Overseas Pest Research, Miscellaneous Report. – 48 p.



60. PERCY-CUNNINGHAM J., NICHOLSON D. and RETNAKARAN A., 1987- The effect of ingested benzoylphenylurea on the ultrastructure of the cuticle deposited during the last larval instar of *Choristoneura fumiferana* Clem. (Lepidoptera: Tortricidae). *Can. J. Zool.*, 65: 2715-2723.
61. POPOV G.B., LAUNOIS-LUONG M.H. et VAN DER VEEL J.J., 1990- *Les oothèques des criquets du Sahel*. Ed. CILSS-DFPV/CIRAD-PRIFAS, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°7', Pays-Bas, 153p
62. POPOV G.B., DURANTON J. F. et GIGAULT J., 1991 – Etude écologique des biotopes du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) en Afrique du Nord Occidentale. Ed. Cirad/ Prifas, Minist. Coop. Dév. ONU, Cent.Coop. Inter. Rech. Agro. Dév., 743 p.
63. PHILOGENE B.J.R., 1991- L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problème et perspective. La lutte anti acridienne. AU PELF-UREF : 269-278.
64. STARNES R. L., LIU et MARONE P.G., 1993- History, use and future of microbial insecticides. *Amer. Entomol*, 39 :83-91.
65. PRICE R.E., MULLER E.J., BROWN H.D., D'UAMBA P. and JONE A.A., 1999 - The first trial of *Metarhizium anisopliae* var. *acridium* mycoinsecticide for the control of the Red Locust in a recognised outbreak area. *Insect science and its applications* N°19(4), pp.323-331.
66. PEVELING R., RAFANOMEZANTSOA J.-J., RAZAFINIRINA R., TOVONKERY R. and ZAFIMANIRY G., 1999- Environmental impact of the locust control agents fenitrothion, fenitrothion-esfenvalerate and triflumuron on terrestrial arthropods in Madagascar. *Crop Protection*, 18: 659-676.
67. REMBOLD H., 1997- *Melia volkensii*: a natural insecticide against desert locust : 185-191 in KRALL S., PEVELING R. and BA DIALLO D- New strategies in locust control. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.

68. ROSA PAIVA M., 1997- Potential of the use of semiochemicals against *Locusta migratoria migratorioides* (R & F). In: New trends in locust control (eds. S. Krall, H. Wilps).GTZ. Eschborn. TZ-Verlagsgesellschaft Rossdorf : 293-303.
69. STAAL G.B., 1982- Insect control with growth regulators interfering with the endocrine system. *Entomol. Exp. & Appl.*, 31: 15-23.
70. SCHERER R. and RAKOTONANDRASANA, 1993- Barrier treatment with a benzoyl urea insect growth regulator against *Locusta migratoria capito* (Sauss.) hopper bands in Madagascar. *International Journal of Pest Management*, 39(4): 411-417.
71. SCHERER R. and CELESTIN H., 1997- Persistence of benzoylphenylureas in the control of the migratory locust *Locusta migratoria capito* (Sauss.) in Madagascar, pp.129-136 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.
72. SYMMONS et CRESSMAN, 2001 – Directives sur le criquet pèlerin : Le criquet pèlerin, biologie et comportement. Ed. Food Alimentation Organisation (F.A.O.), Rome, 43 p.
73. TINGLE C.C.D., 1996- Sprayed barriers of diflubenzuron for control of the migratory locust (*Locusta migratoria capito* (Sauss.)) (Orthoptera: Acrididae) in Madagascar: Short-term impact on relative abundance of terrestrial non-target invertebrates. *Crop Protection*, 15(6): 579-592.
74. TINGLE C.C.D., RAHOLJAONA, ROLLANDSON T., GILBERTE Z. and ROMULE R., 1997- Diflubenzuron and locust control in south- western Madagascar: relative abundance of non-target invertebrates following barrier treatment, pp. 385-387 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.
75. THIAM A., DIOUF H.R., KUISEUAL J., SARR A., THIAM M., 2004 - Pesticides et Alternatives. Lutte antiacridienne : Guérir c'est bien, mais prévenir c'est mieux. N ° 23. Ed. Pesticide Action Network (PAN) Africa, Dakar, n°23, 23p.

76. TIRCHI N. et MOUHOUCHE F., 2008 – Effet d'un dérégulateur de croissance des insectes : Triflumuron sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Cyrtacanthacridinae, Acrididae). 3ème Journées Nationales sur la protection des végétaux - Inst. Nati. Agro., El-Harrach - Alger. 7 et 8 avril 2008.
77. TIRCHI N., 2008- Effet de trois dérégulateurs de croissance des insectes (IGRs) sur les larves de criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae). Thèse Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 174 p.
78. WRAIGHT R. J. et ROBERTS D. W., 1987- *Insect control effort with fungi. Devel. Industr. Microbiol*, 28: 77-87.
79. WELLING M. et ZIMMERMANN G., 1997- *Sorospora* sp., a fungal pathogen of the migratory locust, *Locusta migratoria capito*, in Madagascar, pp. 243-245 in KRALL S., PEVELING R. and BA DIALLO D., *New strategies in locust control*, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.
80. ZEHRER W., 1997- Comparison of the costs of barrier and blanket treatments using insect growth regulators in Madagascar, pp.425-432 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.
81. ZIMMERMANN G., 1993 - The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. *Pestic.sci.* n°37, pp.375-379.
82. ZAKARIA O., SAGNIA S.B., 2003- Lutte intégrée contre les sautériaux et les locustes: importance du biopesticide Green Muscle. Vol. 5 (3). Ed. Centre Régional Agrhymet, 15p

# Annexes

## **Annexe 1 : Matériel et produits utilisés**

### **✓ Matériel**

#### **• Matériel d'élevage**

- Des cages ; des ampoules ; des bocaux ; thermomètre ; hygromètre ; des pondoirs ; [des éponges, des chiffons, un pinceau, un balai, une pelle (pour l'entretien et le nettoyage); bain d'huile (pour garantir une température adéquate) ; du sable ; du tulle moustiquaire, élastique; quêteur, un seau (pour le ramassage du gazon) ; et une pissette (pour humidifier les pondoirs).

#### **• Matériel de laboratoire**

Microscope optique ; des béchers ; pipette Pasteur ; cellule de Malassez; des boites de Pétri en plastique pour peser les individus ; des éprouvettes graduées ; des Erlenmeyers ; papier hygiénique ; vortex ; papier aluminium ; des tubes à essais ; agitateur magnétique ; une balance de précision ; dessiccateur ; ciseau ; des lamelles ; réfrigérateur ; étuve ; scotch ; spectrophotomètre ; micropipette de 1 ml ; des fioles; compteur manuel; microtubes Eppendorf ; les seringues ; micropipette à usage unique de 10 µl ; des boites et des bacs, tulle moustiquaire et les élastiques ; une glacière ; vernis à ongles.

### **✓ Les produits**

#### **❖ Nettoyage**

- Eau de javel
- Alcool

#### **❖ Dosage quantitatif des protéines**

- Sérum albumine bovine (BSA)
- Bleu de Coomassie G-250
- Ethanol 95°
- Acide orthophosphorique 85%
- Eau distillée

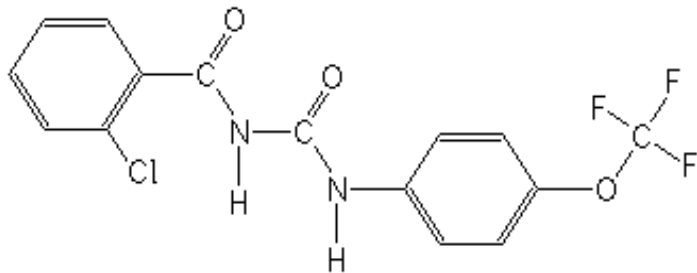
## Annexes 2 :

Selon OUTTAR (2009), ce produit est un dérégulateur de croissance à :

- **Activité** : Insecticide.
- **De la famille chimique** : Benzohylesk urées.
- **Nom commercial** : Alsystin.
- **Fabriquant** : Bayer Crop Science.
- **Nom systématique** : 1-(2-chlorobenzoyl)-3-(4-trifluoromethoxyphenyl)urea.

✓ Formule brute :  $C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_3$

✓ Formule développée :



### ➤ Propriétés physicochimiques

✓ Masse molaire :  $358,7001 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

C 50,23%, H 2,81%, Cl 9,88%, F 15,89%, N 7,81%, O 13,38%

✓ État physique : il se présente sous forme d'une poudre blanche à jaunâtre.

✓ Solubilité dans l'eau à  $20^\circ\text{C}$  :  $25 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$

✓ Solubilité dans les solvants organiques à  $20^\circ\text{C}$

- Dichlorométhane :  $11700 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$

- Acétone :  $26\ 600 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$

- Acétates d'éthyle :  $23\ 300 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$

- n-Heptane :  $100 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$

✓ Point de fusion :  $195 \text{ }^\circ\text{C}$

✓ Pression de vapeur saturante à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  :  $3\cdot 10^{-10} \text{ mm Hg}$

✓ Pression de vapeur saturante à  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  :  $0.0002 \text{ mm Hg}$

✓ Pesanteur de la densité de la masse :  $1,55 \text{ g ml}^{-1}$

- ✓ Constante de Henry à 20°C :  $7,36 \cdot 10^{-7}$
- ✓ Constante de Henry à 25°C :  $1,79 \cdot 10^{-3}$
- Mode de pénétration
- ✓ Il agit principalement par ingestion et contact sur les œufs et larves de nombreux insectes suceurs et broyeurs.
- Mode d'action :
- ✓ Il est un poison typique qui attaque le système nerveux des insectes.
- ✓ Inhibe de la synthèse de la chitine des jeunes larves, empêchant ainsi leur mue.
- ✓ Il n'a pas d'action favorisante sur les acariens phytophages.
- Toxicité
- ✓ Par ingestion : DL50 rat >5000 mg/kg
- ✓ Par contact : DL50 rat >5000 mg/kg
- Formulation et titre :
- ✓ Formulation : Souvent fourni comme concentré de suspension mélangé avec l'eau.
- ✓ 480g/l
- Condition d'emploi :
- ✓ Délai d'emploi avant récolte : 30 jours.
- ✓ Il est autorisé durant la floraison ou au cours des périodes d'exsudation du miellat consécutif aux attaques de pucerons.
- Résidus
- Rémanence : elle est de l'ordre de 3 semaines.
- Résistance
- Effet sur l'environnement
- ✓ Ce produit n'est pas dangereux pour le gibier, le bétail, les oiseaux, les poissons ni pour les abeilles.
- ✓ Il est neutre pour la faune auxiliaire.

### **Annexe 3 : les tableaux**

**Tableau 01 : Doses, vitesse et mode d'action de différents insecticides utilisés dans la lutte antiacridienne**



**Tableau 02 :** L'évolution pondérale des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Jours</b> <b>produits</b>	<b>Eau distillée</b> <b>(Témoin)</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>	<b>Triflumuron</b> <b>(T.F.M.)</b>
<b>J0</b>	0,28	0,38	0,38
<b>J1</b>	0,31	0,41	0,46
<b>J2</b>	0,31	0,41	0,47
<b>J3</b>	0,29	0,39	0,47
<b>J4</b>	0,51	0,37	0,46
<b>J5</b>	0,57	0,35	0,46
<b>J6</b>	0,63	0,46	0,57
<b>J7</b>	0,66	-	0,57
<b>J8</b>	0,66	-	0,49
<b>J9</b>	0,66	-	-
<b>J10</b>	0,47	-	-
<b>J11</b>	0,57	-	-
<b>Moyenne</b>	0,493	0,394	0,480
<b>Ecartype</b>	0,155	0,035	0,058

**Tableau 03 :** Gain du poids (g) chez les larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Produits</b> <b>jours</b>	<b>Eau distillée</b> <b>(Témoin)</b>	<b>Triflumuron</b> <b>(T.F.M.)</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>
<b>J1</b>	0	0,1	0
<b>J2</b>	0	0	0
<b>J3</b>	0	0	0
<b>J4</b>	0,2	0	0
<b>J5</b>	0,1	0,1	0,1
<b>J6</b>	0,1	0	-0,5
<b>J7</b>	0	-0,1	-
<b>J8</b>	0	-0,5	-
<b>J9</b>	0	-	-
<b>J10</b>	-0,2	-	-
<b>J11</b>	0,1	-	-
<b>J12</b>	-0,6	-	-
<b>Ecartype</b>	0,194	0,175	0,185
<b>Moyenne</b>	-0,023	-0,043	-0,054

**Tableau 04 :** L'ingera (g) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Produits</b>	<b>Eau distillée</b>	<b>Triflumuron</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>
<b>Jour</b>	<b>(Témoïn)</b>	<b>(T.F.M.)</b>	
<b>J1</b>	1,12	1,03	0,4
<b>J2</b>	1,63	10,5	1,31
<b>J3</b>	1,85	1,07	1,13
<b>J4</b>	1,04	1,11	0,88
<b>J5</b>	1,34	1,25	1,32
<b>J6</b>	2,25	0,63	0,35
<b>J7</b>	2,32	0,03	0,51
<b>J8</b>	2,01	0,62	0,66
<b>J9</b>	1,75	0,66	-
<b>J10</b>	1,7	-	-
<b>J11</b>	1,68	-	-
<b>J12</b>	0,88	-	-
<b>Moyenne</b>	1,631	0,820	0,828
<b>Ecartype</b>	0,460	0,398	0,380

**Tableau 05 :** L'egesta (g) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Produits</b>	<b>Eau distillée</b>	<b>Triflumuron</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>
<b>Jour</b>	<b>(Témoïn)</b>	<b>(T.F.M.)</b>	
<b>J1</b>	0,1	0,2	0,26
<b>J2</b>	0,16	0,21	0,28
<b>J3</b>	0,23	0,23	0,29
<b>J4</b>	0,18	0,18	0,22
<b>J5</b>	0,25	0,24	0,3
<b>J6</b>	0,27	0,25	0,29
<b>J7</b>	0,26	0,17	0,27
<b>J8</b>	0,2	-	0,22
<b>J9</b>	0,17	-	0,21
<b>J10</b>	0,14	-	-
<b>J11</b>	0,08	-	-
<b>J12</b>	0,06	-	-
<b>Moyenne</b>	0,175	0,211	0,260
<b>Ecartype</b>	0,071	0,030	0,035

**Tableau 06 :** Indice de consommation (I.C.) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Produits</b> <b>Jour</b>	<b>Eau distillée</b> <b>(Témoin)</b>	<b>Triflumuron</b> <b>(T.F.M.)</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>
<b>J1</b>	4,00	2,69	1,07
<b>J2</b>	5,22	2,28	3,23
<b>J3</b>	5,92	2,29	2,77
<b>J4</b>	3,56	2,35	2,24
<b>J5</b>	2,65	2,73	3,59
<b>J6</b>	3,95	1,38	0,99
<b>J7</b>	3,67	0,05	1,11
<b>J8</b>	3,07	1,09	-
<b>J9</b>	2,64	1,36	-
<b>J10</b>	2,59	-	-
<b>J11</b>	3,61	-	-
<b>J12</b>	1,56	-	-
<b>Moyenne</b>	3,536	1,803	2,144
<b>Ecartype</b>	1,138	0,892	1,099

**Tableau 07 :** Efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.%) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Produits</b> <b>Jour</b>	<b>Eau distillée</b> <b>(Témoin)</b>	<b>Triflumuron</b> <b>(T.F.M.)</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>
<b>J1</b>	2,902	7,524	7,50
<b>J2</b>	0	0,714	0,19
<b>J3</b>	-1,081	0,467	-1,33
<b>J4</b>	20,433	-1,351	-2,84
<b>J5</b>	4,851	0	-1,14
<b>J6</b>	2,778	-13,710	30,71
<b>J7</b>	0,970	-73,485	-90,20
<b>J8</b>	0,373	-	-
<b>J9</b>	-0,286	-	-
<b>J10</b>	-11,324	-	-
<b>J11</b>	5,952	-	-
<b>J12</b>	-64,205	-	-
<b>Moyenne</b>	-3,220	-6,887	-8,157
<b>Ecartype</b>	20,496	26,313	38,036

**Tableau 08:** Efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D.%) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Produits</b> <b>Jour</b>	<b>Eau distillée</b> <b>(Témoin)</b>	<b>Triflumuron</b> <b>(T.F.M.)</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>
<b>J1</b>	3,186	10,065	15
<b>J2</b>	0	0,974	0,227
<b>J3</b>	-1,235	0,641	-1,667
<b>J4</b>	24,709	-1,685	-3,571
<b>J5</b>	5,963	0	-1,389
<b>J6</b>	3,157	33,088	107,5
<b>J7</b>	1,092	0	-135,294
<b>J8</b>	0,414	-21,25	-
<b>J9</b>	-0,316	-107,77	-
<b>J10</b>	-12,340	-	-
<b>J11</b>	6,25	-	-
<b>J12</b>	-68,902	-	-
<b>Moyenne</b>	-3,168	-9,549	-2,742
<b>Ecartype</b>	22,336	39,445	70,770

**Tableau 09 :** Coefficient d'utilisation digestif (C.U.D.%) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

<b>Produits</b> <b>Jour</b>	<b>Eau distillée</b> <b>(Témoin)</b>	<b>Triflumuron</b> <b>(T.F.M.)</b>	<b><i>M.anisopliae var acridum</i></b>
<b>J1</b>	91,071	74,757	50,000
<b>J2</b>	90,184	73,333	83,969
<b>J3</b>	87,568	72,897	79,646
<b>J4</b>	82,692	80,180	79,545
<b>J5</b>	81,343	76,000	81,818
<b>J6</b>	88	53,968	28,571
<b>J7</b>	88,793	-800,000	66,667
<b>J8</b>	90,05	64,516	
<b>J9</b>	90,286	68,182	
<b>J10</b>	91,765		
<b>J11</b>	95,238		
<b>J12</b>	93,182		
<b>Moyenne</b>	89,181	-26,241	67,174
<b>Ecartype</b>	3,973	290,261	20,779

**Tableau 10 :** Indice de croissance (I.Cr.) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée

Produits Jour	Eau distillée	Triflumuron	<i>M.anisopliae var acridum</i>
	(Témoin)	(T.F.M.)	
J1	0,116	0,203	0,8
J2	0	0,016	0,006
J3	-0,064	0,011	-0,037
J4	0,726	-0,032	-0,064
J5	0,129	0	-0,041
J6	0,110	0,246	0,305
J7	0,036	0	-1
J8	0,011	-0,149	
J9	-0,008	-1	
J10	-0,293		
J11	0,215		
J12	-1		
Moyenne	-0,002	-0,107	-1,01
Ecartype	0,394	0,414	0,414

**Tableau11 :** Concentrations de BSA en  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  et les absorbances correspondantes.

Concentration de BSA en $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	0	20	40	60	80	100
Absorbance en nm	0	0.115	0.104	0.213	0.196	0.236

**Tableau 12:** La concentration des protéines hémolympatiques ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) des larves L5 de *L. migratoria* traitées aux deux produits et l'eau distillée au 4<sup>ème</sup> et au 8<sup>ème</sup> jour

Produits Jour	Eau distillée	<i>Triflumuron</i>	<i>M.anisopliae var acridum</i>	
	(Témoin)	(T.F.M.)	(Green Muscle)	
4	R1	0,424	0,57	0,429
	R2	0,532	0,509	0,495
8	R1	0,504	0,357	0,224
	R2	0,517	0,357	0,45



insecticide	Dose(g ma/ha)				Vitesse d'action à la dose vérifiée	Mode d'action Primaire		Mécanisme
	Traitement en couverture totale		Traitement en barrières 4(larves)			Contact direct	Ingestion	
	Larves	Adultes	Superficie traitée dans barrières	Superficie protégée				
<b>Bendiocarb</b>	100	100			R	+		Inhibition
<b>Chlorpirifos</b>	225	225			M	+		AChE
<b>Deltamethrine</b>	12.5	12.5			R	+		Inhibition AChE
<b>Diflubenzuron</b>	60	n/a	100	5	L		+	Blocage du canal de
<b>Fenitrothion</b>	450	450			M	+		Na
<b>Fipronil</b>	5	5	12.5	0.63	M	+	+	Inhibition de chitine
<b>Lambda_cyhalothrine</b>	20	20			R	+		Inhibition AChE
<b>Malathion</b>						+		Blocage du récepteur de GABA
<b>Metarhiziumsp (IMI 330 169)</b>	925 <b>100</b>	925 <b>100</b>			M <b>L</b>	+		Blocage du canal de Na
<b>Teflubenzuron</b>			Non déterminé					Inhibition AChE
<b>triflumuron</b>	30	n/a		3.75	L		+	<b>Mycose</b>
	25	n/a	75		L		+	
								Inhibition de chitine

**العنوان:** تسليط الضوء على دراسة مقارنة لتأثير كل من Triflumuron (T.F.M) و *Metarhizium anisopliae* على مختلف المقاسات الفيزيولوجية (*Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae)

**الملخص:**

اعتمدت دراستنا هذه على تسليط الضوء حول دراسة مقارنة لتأثير كل من *Metarhizium anisopliae* و Triflumuron (T.F.M) على يرقات الطور الخامس من الذكور و الإناث ل *Locusta migratoria* في ظروف خاضعة للرقابة، لهذا الغرض تم اختبار كل من المضادين الحشريين على الشكل و الزيادة في الوزن، كسب الوزن و الوظيفة الغذائية ليرقات الطور الخامس، كذلك قمنا باختبار مدى تأثير هاذين المضادين الحشريين في مصد يرقات الطور الخامس. وأظهرت النتائج التي توصلنا اليها تغيير لون اليرقات المعالجة ب *Metarhizium anisopliae* اضافة الى تشوهات شكلية و تحرير سائل أخضر لليرقات المعالجة ب Triflumuron، هذا الاخير ليس له اي تأثير في زيادة الوزن لكن *Metarhizium anisopliae* سبب في انخفاضه ونلاحظ أيضا خسارة الوزن في اليرقات L5 المعالجة بالمضادين لحشري وانخفاض في الاستهلاك الغذائي من L5 الذكور. مؤشر استهلاك المسجلة في يرقات المعالجة ب *Metarhizium anisopliae* أعلى من المؤشر المسجل في يرقات المعالجة ب Triflumuron. وجدنا أن كلا من المضادين الحشريين تخفض من الاستهلاك اليومي اليرقات L5، أخيرا لاحظنا وجود انخفاض في تركيز بروتينات المصل سجلت لدى اناث الطور الخامس من اليوم الرابع الى غاية اليوم الثامن.

**كلمات المفتاح:**

*Locusta migratoria*، *Metarhizium anisopliae var acridum*، Triflumuron، الشكل، الزيادة في الوزن، بروتينات المصل



**Titre :**

**La mise en évidence d'une étude comparative entre l'effet d'un champignon entomopathogène, *Metarhizium anisopliae var acridum* et le Triflumuron (T.F.M.) sur les différents paramètres physiologique de criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae)**

**Résumé :**

Notre travail est basé sur une étude comparative entre l'effet d'un champignon entomopathogène, *Metarhizium anisopliae var acridum* et le Triflumuron (T.F.M.) sur différents paramètres physiologiques des larves L5 mâles et femelles de *Locusta migratoria* dans des conditions contrôlées pour cela nous avons testé ces deux produits sur la morphologie, l'évolution pondérale, la gaine de poids et l'activité alimentaire, ainsi que leur effet sur les protéines hémolympatiques. Nos résultats ont montré un changement de couleur des larves traitées au *Metarhizium anisopliae* et une déformation avec libération d'un liquide vert chez les larves traitées au Triflumuron. On peut noter aussi une perte de poids chez les larves L5 traitées par les deux produits ainsi que une diminution dans la prise de nourriture des mâles L5. L'indice de consommation enregistré chez les larves traitées au *Metarhizium anisopliae* est assez élevée que celui des larves traitées au Triflumuron, on constate que les deux produits diminuent la consommation journalière des larves L5 si en comparant avec le témoin. Finalement, nous avons remarqué une diminution dans la concentration des protéines hémolympatiques enregistrée chez les L5 femelles de *L. migratoria* traitées par les deux produits, si en comparant avec le témoin.

**Mots clés :** *Locusta migratoria*, *Metarhizium anisopliae var acridum*, le Triflumuron, évolution pondérale, protéines hémolympatiques.

**Title :**

**The demonstration of a comparative study of the effect of an insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae var acridum* and Triflumuron (TFM ) on different physiological parameters of migratory locust *Locusta migratoria*(Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae)**

**Summary :**

Our work is based on a comparative study of the effect of a fungus entomophagène, *Metarhizium anisopliae var acridum* and Triflumuron (TFM) on different physiological parameters of male and females L5 larvae *Locusta migratoria* in controlled conditions to test this two products and distilled water as a control, on the morphology, body weight gain, weight evolution, feeding activity of L5 *Locusta migratoria* And their effect on hemolymphatic proteins quantitatively. Our results showed a color change of the larvae treated with *Metarhizium anisopliaea* and deformation with release of a green liquid in larvae treated by Triflumuron, while the latter to show any effect on weight evolution but *Metarhizium anisopliaea* cause decrease .We can also note a weight loss in the L5 larvae treated with both products and a decrease in food intake of male L5, the consumption index recorded in larvae treated with *Metarhizium anisopliaea* is quite higher than those larvae treated by Triflumuron reveals that both products reduced the daily consumption of L5 larvae compared with the witness, finally we noticed a decrease in the concentration of registered hemolymphatic proteins in *L. migratoria* females treated with both products whereas this concentration increases from 4th to 8th days in witness larvae.

**Keywords:** *Locusta migratoria*, *Metarhizium anisopliae var acridum* the Triflumuron, weight evolution, feeding activity, protein hemolymphatic.