

Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger
En vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences agronomiques.
Département : Zoologie agricole et forestière
Option : Entomologie appliquée

***Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur
le criquet migrateur (Locusta migratoria)
(Acrididae, Oedipodinae)***

Présenté par : Melle BEZAZE GHANIA
Promotrice : Mme Mouhouche Fazia Maître de conférences A (ENSA)
Soutenu le : janvier 2011

Devant le jury : Présidente: Mme Doumandji-Mitiche Bahia Professeur (ENSA) Examineurs : Mr
Doumandji Salaheddine Professeur (ENSA) Mme Guendouz Benrima Atika Maître de conférences A
(Université de Blida)

Table des matières

remerciements . . .	7
Dédicace . . .	10
Résumé . . .	11
Summary . . .	12
ص غ ل م ل ا . . .	13
Introduction générale . . .	14
Chapitre I : Données bibliographiques sur le criquet migrateur <i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1758) . . .	17
1 - Systématique et morphologie de <i>Locusta migratoria</i> . . .	17
1.1 - Position systématique . . .	17
1.2 - Morphologie . . .	17
2 - Caractères morphologiques des différents états de développement de <i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1758) . . .	19
2.1 - L'œuf . . .	19
La durée du développement embryonnaire varie beaucoup en fonction des espèces acridiennes et des conditions d'incubation. Il est de 18 jours à 27°C et de 10 jours à 33°C chez Locusta migratoria . L'état embryonnaire est généralement hypogé (sous la surface du sol). . .	19
2.2 - Les différents stades du développement larvaire de <i>Locusta migratoria</i> . . .	20
2.3 - L'imago . . .	21
2.4 - L'adulte . . .	23
3- Aperçu général sur la biologie et l'écologie de <i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1758) . . .	24
3.1 - Répartition géographique . . .	24
3.2 - Les causes de la pullulation . . .	29
3.3 - Régime alimentaire . . .	30
3.4 - Besoins en eau . . .	31
3.5 - Importance économique et dégâts de <i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1758) . . .	31
3.6 - Les invasions . . .	32
3.7 - Les migrations . . .	33
3.8 - Polymorphisme phasaire . . .	34
3.9 - Le cycle biologique du criquet migrateur <i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1758) . . .	35
3.10 - Les facteurs abiotiques qui agissent sur le développement des criquets migrants . . .	40
4 - Stratégie et moyens de lutte contre le criquet migrateur . . .	42
4.1 - La lutte préventive . . .	42
4.2 - La lutte culturale et mécanique . . .	42
4.3 - La lutte chimique . . .	43
4.4 - La lutte biologique . . .	44
Chapitre II : Matériel et méthodes . . .	52
I. Matériel . . .	52

1. - Le matériel animal . . .	52
2 - Le matériel végétal : le laurier rose (<i>Nerium oleander L</i>) . . .	57
II- Méthodes utilisées . . .	63
1 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de <i>Locusta migratoria</i> . . .	63
2 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur l'évolution pondérale des larves L5 et des imagos de <i>Locusta migratoria</i> . . .	65
3 - Essai d'efficacité au laboratoire des extraits foliaires sur les larves et les imagos de <i>Locusta migratoria</i> . . .	67
4 - L'évolution pondérale des imagos de <i>Locusta migratoria</i> traités par l'extrait foliaire du laurier rose . . .	69
5 - Expression des résultats . . .	70
Chapitre III : Résultats . . .	71
1 - Evaluation des mortalités au laboratoire des larves et des imagos témoins de <i>Locusta migratoria</i> alimentées par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée . . .	71
1.1 - Mortalité des larves L1 témoins . . .	71
1.2 - Mortalité des larves L2 témoins . . .	71
1.3 - Mortalité des larves L3 témoins . . .	72
1.4 - Mortalité des larves L4 témoins . . .	73
1.5 - Mortalité des larves L5 témoins . . .	73
1.6 - Mortalité des imagos témoins . . .	74
2 - Évolution pondérale (g) des L5 de <i>Locusta migratoria</i> témoins alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée . . .	75
3 - Évolution pondérale (g) des imagos de <i>Locusta migratoria</i> témoins alimentés par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée : . . .	75
4 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de <i>Locusta migratoria</i> . . .	77
4.1 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 1 ^{er} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	77
4.2 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 2 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	78
4.3 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 3 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	79
4.4 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 4 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	79
4.5 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 5 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	80
4.6 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des imagos de <i>Locusta migratoria</i> . . .	81
5-Essai - d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur les L5 et les imagos de <i>Locusta migratoria</i> et leur effet sur l'évolution pondérale . . .	82
5.1-L'évolution pondérale des L5 de <i>Locusta migratoria</i> alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose . . .	82
5.2-L'évolution pondérale des imagos de <i>Locusta migratoria</i> alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose . . .	85

6 - Essai d'efficacité au laboratoire de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de <i>Locusta migratoria</i> par contact . . .	89
6.1 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L1 . . .	89
6.2 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L2 . . .	91
6.3 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L3 . . .	92
6.4 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L4 . . .	94
6.5 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L5 . . .	96
6.6 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos . . .	98
7 - Essai d'efficacité au laboratoire des extraits foliaires du laurier rose sur les imagos de <i>Locusta migratoria</i> par ingestion . . .	101
7.1 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos . . .	101
8 - L'évolution pondérale des imagos de <i>Locusta migratoria</i> traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion . . .	107
Chapitre IV : Discussion . . .	112
1 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de <i>Locusta migratoria</i> . . .	112
1.1 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 1 ^{er} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	112
1.2 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 2 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	112
1.3 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 3 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	113
1.4 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 4 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	113
1.5 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 5 ^{ème} stade de <i>Locusta migratoria</i> . . .	113
1.6 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des imagos de <i>Locusta migratoria</i> . . .	115
2 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur les L5 et les imagos de <i>Locusta migratoria</i> et leur effet sur l'évolution pondérale . . .	118
2.1 - L'évolution pondérale des L5 de <i>Locusta migratoria</i> alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose . . .	118
2.2 - L'évolution pondérale moyenne des imagos de <i>Locusta migratoria</i> alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose . . .	118
3 - Essai d'efficacité au laboratoire de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de <i>Locusta migratoria</i> par contact . . .	121
3.1- Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L1 . . .	121
3.2 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L2 . . .	121
3.3 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L3 . . .	122
3.4 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L4 . . .	122
3.5 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L5 . . .	123
3.6- Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos . . .	124
4 - Essai d'efficacité au laboratoire des extraits foliaires du laurier rose sur les imagos de <i>Locusta migratoria</i> par ingestion . . .	126
4.1 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos . . .	126

5 - L'évolution pondérale des imagos de <i>Locusta migratoria</i> traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion . .	129
Conclusion générale . .	131
Références bibliographiques . .	133

remerciements

Un moment émouvant pour le magistrant est le jour où il entreprend d'écrire ses remerciements.

Tout d'abord, cela signifie que la fin est proche, ce qui en soi est une très bonne nouvelle. Les travaux présentés dans cette thèse ont été effectués à l'ENSA au sein du laboratoire d'acridologie. Ce travail a bénéficié du soutien de plusieurs personnes qu'il me fait plaisir de remercier.

En premier lieu, je remercie Dieu le clément et miséricordieux qui par sa grâce m'a permis de réaliser ce modeste travail.

A notre Président du jury de thèse ;

A Mme DOUMANDJI MITICHE Bahia, professeur au département de Zoologie agricole et forestière à l'E.N.S.A.D'EL-HARRACH, Nous sommes touchés de la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger à ce jury. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance. Je vous remercie chaleureusement de m'avoir accueillie à bras ouverts dans votre laboratoire, pour votre soutien, pour votre patiente aide, notamment pour les problèmes administratifs, ainsi que pour votre grande disponibilité apportés à tout moment et tout au long de cet travail.

Qu'elle veuille bien trouver ici l'expression de notre vive gratitude et notre profond respect.

A notre maître et directrice de thèse ;

Mme Mouhouche Fazia, maître de conférences à l'ENSA au département de zoologie agricole et forestière. A l'issue de ce travail de recherche, je tiens tout particulièrement à vous remercier pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et de soin cette thèse. Tout au long de ce travail vous nous avez montré la confirmation de votre connaissance du domaine des insectes. Par votre dévouement pour la recherche vous avez contribué de manière objective à l'élaboration de cette thèse, en nous faisant bénéficier de vos conseils et de votre expérience. Je lui suis très reconnaissante pour sa disponibilité, sa bienveillance et son soutien permanent, et d'avoir prêté un intérêt constant au sujet de la thèse. Je lui dois beaucoup pour le contenu du travail présenté, pour ses critiques constructives et son aide aux différentes entraves rencontrées, pour sa gentillesse et ses qualités humaines et pour sa confiance. Veuillez trouver ici l'expression de mes remerciements les plus chaleureux.

A notre maître grand Professeur ;

Mr Doumandji Salah-Eddine, professeur au département de Zoologie agricole et forestière à l'E.N.S.A.D'EL-HARRACH, Nous avons suivi avec un intérêt tout particulier vos cours et qui a su toujours me motiver pendant les périodes difficiles pour continuer à travailler. Avec sa grande expérience, il m'a apporté à tout moment de précieux conseils dans l'orientation et la conduite de mes travaux. Je ne saurai le remercier assez pour tout ce qu'il a fait pour nous permettre d'atteindre ces résultats, et pour avoir accepté de juger mon travail. Veuillez agréer l'expression de notre profonde reconnaissance.

A notre maître et juge ;

Mme GHENDOUIZ BENRIMA Aatika, maître de conférences à l'université de Blida. Nous sommes honorés de la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de participer au jury de cette thèse. Votre simplicité, votre grande écoute et aide constante et votre esprit de collaboration et vos valeurs morales constituent pour nous une source d'inspiration. Merci pour m'avoir fait confiance,

et ouvert les portes de votre laboratoire et aussi pour vos conseils, vos éclaircissements, votre modestie, votre sympathie et gentillesse. Nous vous prions, chère maître, d'accepter l'expression de notre profond respect.

A **mes parents**, que j'aime plus que tout. En témoignage de tout mon amour et de ma gratitude pour leur confiance notamment durant ces études et leur soutien de tous les instants

Je remercie infiniment mes parents, pour tous les sacrifices faits afin de me donner une éducation de qualité, pour la vie, et les principes qu'ils m'ont procurés tout au long de ma vie. Merci beaucoup pour votre immense amour, aide, serviabilité, inquiétude, votre gentillesse et pour vos encouragements toujours.

Je remercie avec gratitude mes frères et sœurs pour leur support, leur aide et leur affection. Trouvez par ce travail toute ma reconnaissance et mon affection.

Je témoigne toute ma reconnaissance à ma très chère amie Melle OUTTAR Fahima qui m'a apportée une aide précieuse et un support qui me permettaient de franchir plusieurs étapes difficiles lors de la réalisation de ce projet, sans oublier les conseils et les informations pertinentes. En plus, elle m'a encouragé et elle m'a motivé dans mes moments de frustration et de désespoir.

Ma copine a grandement contribué au succès de ce travail.

Je tiens aussi à remercier tout spécialement mon camarade Mr SIDAAMEUR Ahmed, étudiant en troisième année Magister au département de Zoologie agricole et forestière à l'E.N.S.A.d'EL-HARRACH, pour sa serviabilité et sa gentillesse, pour son aide et son soutien durant toute cette période. Il m'a toujours encouragé à poursuivre la tâche même quand le doute s'installait en moi.

J'adresse également des remerciements à mes amis de l'ENSA avec qui j'ai partagé neuf merveilleuses années, pour toutes ses années d'amitié. Pour les bons moments passés ensemble, pour votre présence, votre soutien à tout moment et vos encouragements, pour votre capacité d'écoute. Pour vos conseils avisés et vos bonnes humeurs légendaires, pour tout ce qu'ils m'apportent, pour tous ces bons souvenirs: **Chikh Raouf, Hioul Fatima Selma, Mehdi khadidja**, et à tous ceux qui m'ont accompagnée pendant ces études, en espérant que les années ne nous éloignent pas trop, ce fût un plaisir de les côtoyer.

J'adresse toute ma gratitude à **Melle BEROUANE Fatmazohra** pour sa disponibilité et sa serviabilité. Veuillez trouver ici l'expression de mes remerciements les plus sincères ainsi que la marque de mon profond respect.

A notre maître ;

Mr SELLAMI Mehdi, maître de conférences à l'ENSA au département de zoologie agricole et forestière. L'occasion nous est donnée de vous exprimer ma gratitude pour la qualité de votre enseignement qui nous restera toujours profitable. Je vous prie d'agréer l'expression de ma gratitude pour l'aide et vos conseils si précieux que vous m'avez dispensés. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

A notre maître ;

Mr Mouhouche Ibrahim, maître de conférences à l'ENSA au département de génie rural, qui m'a grandement aidé. Trouvez ici mes remerciements les plus sincères.

Mes sincères remerciements s'adressent aux Bibliothécaires du Département de Zoologie Agricole et Forestière, Mesdames **SAADA Nacima**. et **BENZARA Faiza**. pour leurs aides, sympathie et leurs gentillesse.

Je remercie du fond du cœur Tonton **Hioul Mahfoudh** et son épouse **Tata khadra**, et leurs enfants : **AMINE, ADLAN, DJEMOUL** et ma sœur **SELMA**, ma deuxième famille pour leurs disponibilité, encouragements, amour et tout ce qu'ils ont fait pour moi pendant toutes ces années.

Je tiens à remercier mon camarade **Mr. MOUSSA** étudiant en deuxième année Magister au département de Zoologie agricole et forestière à l'E.N.S.A. d'EL-HARRACH, pour sa serviabilité, son aide et sa gentillesse

A Mr Mohamed ; Je vous adresse ma sincère reconnaissance pour votre disponibilité et votre aide. Vous avez contribué à la réalisation de ce travail, soyez assurée de mon plus profond respect pour votre compétence.

Mes plus vifs remerciements et un grand respect vont également à Mme ZOLA, technicienne de laboratoire au département de technologie alimentaire à l'E.N.S.A.d'EL-HARRACH, pour m'avoir facilité l'accès à leur laboratoire, sa serviabilité, son aide, sa gentillesse et surtout pour sa modestie.

J'aimerais de plus remercier **Mr SAAD** technicien au Département de Zoologie Agricole et Forestière, pour sa serviabilités et son aide.

C'est avec plaisir que je tiens à exprimer ma gratitude à mes enseignants du département de Zoologie agricole et forestière à l'E.N.S.A.d'EL-HARRACH.

Je tiens également à exprimer toute ma gratitude à ceux qui m'ont fourni des informations de valeur et qui m'ont autorisé à faire référence à leurs travaux.

Finalement, je souhaite une bonne lecture à tous ceux et à toutes celles qui auront ce document entre les mains un jour ou l'autre, je pense en particulier à mes collègues de travail et à mes ami(e)s et connaissances.

A ceux qui liront cette thèse et la feront vivre.

Dédicace

Ce travail qui marque la fin des mes études pour l'obtention de mon diplôme de magister 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 à : A mes très chers parents BEZAZE Ayache et BEZAZE Ouarda: merci pour m'avoir donné la vie et soutenu tout au long de mes études, merci pour vos précieux conseils, sans votre soutien ce travail n'aurait pu voir le jour. Puisse Dieu vous accorder une longue vie pour goûter aux fruits de vos efforts. A mes sœurs Nacera et Asma Pitita: merci pour votre disponibilité, votre amour et humour, votre soutien tout au long de mes études, votre collaboration et vos précieux conseils. A ma très chère sœur Sihem : malgré toutes les difficultés rencontrées, je suis allée jusqu'au bout de mon rêve. Qu'il en soit de même pour toi. Seule la persévérance, la volonté, la confiance en soit et l'amour de ce qu'on fait permettent de surmonter tous les problèmes. Reprend courage car il n'est jamais trop tard pour bien faire. A mes frères Khaled et Farouk : témoignage de ma très grande affection et amour. et merci pour votre soutien A ma belle sœur NADIA, que dieu te garde pour ta famille. A ma deuxième famille « la famille HIOUL » ; je vous aime plus que ma vie. A ma très chère copine OUTTAR Fahima : merci pour ton soutien tout au long de mes études universitaires, pour ta disponibilité et tes conseils. Ce travail nous l'avons réalisé pratiquement ensemble et malgré ton propre mémoire à préparer tu as toujours trouvé du temps à m'accorder. C'est ici l'occasion de témoigner toute ma reconnaissance à ma fidèle copine MAHDI Khadidja qui m'a supporté et qui a toujours été présente dans les moments importants. A mes cousins spécialement : Sami, Houssam, Anis, Youcef et Lotfi. A mes cousines spécialement : Mina, Fifi, Nejwa, Hala, Hiba, Nabila et Fatmazohra. A ma petite nièce à venir, c'est avec joie que je clôture cette étape universitaire pour m'ouvrir à celle de tante et t'accueillir dans ce monde. A mes fidèles amies d'enfance : Wafa, Randa, Asma, Amel, Sana, Amina, Hania, Samia, Ryma, Soraya. Même si l'on se voit moins souvent maintenant, rien ne change et ça fait chaud au cœur de savoir que vous êtes là. A tous mes camarades auprès de qui j'ai partagé avec plaisir ces quelques années dans une enrichissante diversité culturelle que représentait notre promotion. A mes amis (es) : Aalja, Aaljia, Aatika, Ahlem, Ahmed S, Amel, Amel C, Amina C, Amina M, Brahim, Ania, Asma, Dalila, Dihia, Fadhila, Fadhila B, Fahima, Fairouz, Faïza, Fatiha, Fatima, Fatima B, Ferial, Hania, Kahina, Kahina 2, Hala, Hanan, Hamid, Hiba, Hassina, , Khadidja, Lilia, Lynda, Mahmoud, Mohamed, Moussa, Nacer, Nadjib, Nardjes, Nassima, Nassima A, Nassima Aa, Nawel, B, Nawel D, Nawel G, Nawel, Madiha, Maha, Mahmoud, Meriouma, Moussa, Oumhani, Rachida , Randa, Raouf, Rokaya, Roumila, Ryma, Safia, Samia, Samira, Sana, Selma, Soraya, Souaad , Souhila, Soumia M, Samira S, Wafa, Wafa D, Yasmine, Zineb, Zoubir, Zoulikha. A la mémoire de mon oncle MOULOUD. A la mémoire de Mr BAAZIZ. A la mémoire de Mr BELOUED. Ghania

Résumé

Notre étude est menée sur les différents stades larvaires et les imagos migrants de *Locusta migratoria*. En premier lieu, on a essayé de voir les séquences comportementales de *Locusta migratoria* en présence des feuilles fraîches du laurier rose. En effet, on a constaté que les feuilles du laurier rose ont un effet dissuasif et répulsif à la prise de la nourriture. Les imagos expérimentés sur feuilles fraîches du *Nerium oleander* ont présenté des poids corporels inférieurs à ceux nourris sur le témoin *Stenotaphrum americanum*. Nous avons étudié l'action de l'extrait foliaire du laurier rose, sur les variations pondérales et la mortalité chez les différents stades larvaires et les imagos. Les résultats de cette étude montrent que les extraits de *Nerium oleander* testés par contact, agissent à faibles doses sur les larves L1, L2, L3 et L4. Donc l'insecticide présente une bonne efficacité larvicide accompagnée d'un bon effet de choc. Chez les larves L5, plus la dose est élevée, plus la mortalité est rapide et importante. Pour les imagos de *Locusta migratoria* traités par ingestion ont montré une décroissance pondérale journalière. Le pouvoir toxique de l'extrait a provoqué une perte de poids progressive chez les individus, plus apparente chez les mâles que les femelles. En effet, la prise de nourriture est inhibée par toutes les doses du laurier rose et le taux de mortalité varie d'une dose à une autre. La plus forte dose D1 a causé une mortalité de 55.55% après 10 jours de traitement.

Au terme de ce travail nous pouvons dire que *Locusta migratoria* est plus sensible à l'action de traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par contact par rapport au traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion.

Ceci nous amène à dire que l'extrait étudié est caractérisé par une activité acridicide prometteur et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

Mots-clés : Criquet migrant (*Locusta migratoria*), laurier rose (*Nerium oleander*), Extraction foliaire, Effet par contact, Effet par ingestion, Mortalité, Evolution pondérale.

Summary

Our study was conducted on different instars and imago of migratory *Locusta migratoria*. First, we tried to see the behavioral sequences of *Locusta migratoria* in the presence of fresh leaves of the oleander. Indeed, we found the leaves of oleander that have a deterring effect and perhaps even repellent in food intake. Imagos tested on fresh leaves of *Nerium oleander* showed body weights lower than those fed on the witness *Stenotaphrum americanum*. Also, we studied the action of the oleander leaf extract on weight change and mortality in different instars and imago. The results of this study indicate that extracts of *Nerium oleander* tested by contact, at low doses act on the larvae L1, L2, L3 and L4. So the insecticide has good larvicidal efficiency accompanied by a good knockdown. L5 larvae, the higher the dose, the higher mortality is rapid and important. For imagos of *Locusta migratoria* treated by ingestion showed a decrease in weight daily. The potency of the extract caused a progressive weight loss in individuals more apparent in males than females. Indeed, food intake is inhibited by all doses of oleander and the mortality rate varies from one dose to another. The highest dose caused a mortality D1 to 55.55% after 10 days of treatment.

Upon completion of this work, we can conclude that *Locusta migratoria* is more sensitive to the action of treatment with the extract of oleander leaf contact compared to treatment with leaf extract of oleander ingestion.

This leads us to say that the plant is considered as a promising source of bioinsecticide and lends itself well to investigations in the field of biological control.

Key words: Migratory locust (*Locusta migratoria*), oleander (*Nerium oleander*), leaf extraction, Effect by contact, Effect by ingestion, Mortality of locusts, Evolution weight.

ص خ ل م ا

تمحورت دراستنا على كل أطوار اليرقات و الياقعات للجراد المهاجر. حاولنا أن نرى تسلسل سلوكيات الجراد في وجود الأوراق الطازجة للدفلة في الواقع وجود مواد فعالة في الدفلة لها تأثير طارد و رادع في تناول الطعام.

و أظهرت الياقعات المختبرة الأوراق الطازجة للدفلة وزن أقل من تلك التي أخذت على الشاهد . و بالإضافة إلى تأثير النباتات الطازجة . درسنا عمل مستخرج من نيات الدفلى على تغيير الوزن والوفيات في الطور مختلفة وياقعة. نتائج هذه الدراسة تشير إلى أن مقتطفات من الدفلة اختباره من قبل الاتصال ، في فئات الجرعات المنخفضة على يرقات الطور 1 و 2 و 3 و 4 .

ابن المييد هو كفاءة عالية. بالنسبة ليرقات الطور الخامس ، فكلما ارتفعت الجرعة ارتفع عدد الوفيات . أما بالنسبة لياقعات الجراد المهاجر المعالجة بواسطة ابتلاع أظهرت انخفاضاً في الوزن يوميا. هذا المييد تسبب في خسارة الوزن التدريجي في الأفراد أكثر وضوحاً في الذكور من الإناث. في الواقع أن تناول الطعام تبطلت من قبل جميع الجرعات من الدفلى ومعدل الوفيات يختلف من جرعة إلى أخرى. وتسبب وفيات أعلى جرعة إلى 55.55 ٪ بعد 10 يوماً من العلاج.

عند الانتهاء من هذا العمل، يمكننا أن نستنتج أن الجراد المهاجر أكثر حساسية بعد المعالجة عن طريق الاتصال مع استخراجه نيات الدفلى مقارنة مع العلاج ليف مقتطف من ابتلاع الدفلى.

وهذا يقودنا إلى القول بأن يحتكر المصنع باعتبارها مصدرا واعدا من المييد الحشري البيولوجي ويفتح المجال كذلك لتحقيقات في مجال مكافحة البيولوجية.

كلمات المفتاح: الجراد المهاجر *Locusta migratoria*، أوراق الدفلة *Nerium oleander*، ليف مقتطف، اثر عن طريق الاتصال، تأثير جراءة الابتلاع، عند الوفيات، الزيادة في الوزن.

Introduction générale

Il existe plus de **12000 espèces d'acridiens dans le monde dont** 500 environ peuvent causer des dégâts à l'agriculture. Une vingtaine seulement sont des **ravageurs féroces**. Criquet pèlerin, criquet migrateur, criquet nomade, criquet arboricole, criquet sénégalais, et le criquet puant, sont parmi les plus dangereux. Plus de la moitié des terres émergées peuvent être sujettes à l'attaque de leurs essaims. **Aucun continent n'y échappe**, plus particulièrement **les zones tropicales** ou subtropicales.

Dans le passé récent, les acridiens ont occupé à plusieurs reprises le premier plan de l'actualité des ravageurs : pullulation des sautereaux dans le Sahel en 1974 et 1975 puis du criquet pèlerin autour de la mer rouge et du criquet migrateur *Locusta migratoria* dans le Sud bassin du lac Tchad en 1979 et 1980 (**APPERT et DEUSE, 1982**).

Depuis l'avènement de l'agriculture, l'humanité est confrontée à un ennemi redoutable et connu depuis l'Antiquité, le criquet migrateur (*Locusta migratoria*). Normalement solitaires, ces insectes originaires des déserts d'Afrique de l'Ouest à l'Inde se transforment, quand certaines conditions sont réunies, en gigantesques essaims voraces qui laissent un sillage de désolation derrière eux. L'homme s'est toujours demandé d'où venaient ces insectes et comment ils survivaient. Ce n'est que lorsque sa biologie a été comprise et que les pesticides chimiques et la pulvérisation aérienne ont été disponibles il y a quelques dizaines d'années que des initiatives ont pu être prises pour maîtriser les infestations. Cependant, l'utilisation des pesticides à grande échelle a également soulevé des préoccupations réelles pour la santé et l'environnement.

Les criquets migrants, qui comptent parmi les ravageurs les plus destructeurs pour la végétation, appartiennent à la famille des *Locustidae*, et présentent un caractère biologique commun et immuable, celui de se rassembler et de former des bandes douées d'un comportement identique, se déplaçant, s'orientant, volant dans les mêmes directions, c'est ce phénomène que l'on nomme instinct grégaire. Dans ce dernier cas, il constitue une menace pour l'agriculture dans les pays chauds, dévastant tout sur son passage.

C'est un granivore strict qui, en période d'invasion, peut occasionner des dégâts considérables aux cultures céréalières et même aux plantations (**CHAPMAN et ROBERTSON, 1958 ; DIRSH, 1959 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989 ; POPOV et al., 1990**).

La plus part des régions du globe situées en bordure ou à proximité de zones steppiques ou désertiques sont périodiquement soumises aux invasions d'Acridiens migrants. Le criquet migrateur, sous ses différentes formes grégaires est de tous les Acridiens celui qui cause le plus de dégâts à la surface du Globe, puisque ses invasions s'étendent à toutes les zones steppiques d'Eurasie, à l'Inde, aux régions tropicales de l'Afrique, de l'Insulinde, de Madagascar et de l'Australie (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1936**).

Le criquet migrateur vit seul ou en colonies regroupant des millions d'individus. Dans ce dernier cas, il constitue une menace pour l'agriculture dans les pays chauds, dévastant tout sur son passage. Chaque spécimen avale en effet quotidiennement la moitié de son poids en feuilles.

En Afrique de l'Ouest, cet acridien se développe en continu. Les aires grégarigènes d'où partent les essaims primitifs sont principalement situées dans le delta central du fleuve Niger au Mali et sur le pourtour du lac Tchad.

Au Mali, dans le delta central du fleuve Niger, quatre générations se succèdent dans l'année : deux en saison des pluies et deux en saison sèche, accompagnées de déplacements sur plusieurs centaines de kilomètres sous l'influence de l'avancée du front intertropical (FIT) pendant l'hivernage en saison sèche, conjugués avec le mécanisme particulier de crue et de décrue du fleuve. Ils peuvent ainsi parcourir 1 500 à 5 000 km avant de s'abattre sur des cultures et de tout dévorer en quelques jours.

La structure et la dynamique des populations acridiennes permettaient de localiser dans l'espace et dans le temps les sites de pontes au cours des déplacements saisonniers de ces populations et donc les lieux d'éclosion et de développement des bandes larvaires qui sont les cibles privilégiées de lutte. À la suite des modifications apportées au paysage de l'aire grégarigène par des activités agricoles et pastorales qui ont été en partie à l'origine d'une longue période de rémission de ce fléau, le problème posé par le Criquet migrateur ne revêt plus une importance régionale majeure (**POPOV et al. , 1990**).

Aujourd'hui encore, la lutte contre le criquet migrateur reste d'actualité. Les incursions cycliques de cet insecte font peser une réelle menace, notamment sur les populations du Sahel. Les méthodes de lutte consistent à combattre directement les criquets, à épandre des substances toxiques ou stérilisantes par voie aérienne et à labourer pour enterrer les œufs, le cas échéant.

La surveillance et la lutte contre ce ravageur étaient confiées à des équipes de prospecteurs appartenant à une organisation régionale. Les prospections portaient sur l'ensemble de l'aire grégarigène découpée en secteurs, qui étaient visités régulièrement.

Dans ces dernières années, et face à une législation de plus en plus restrictive sur l'application des pesticides de synthèse, la recherche des extraits végétaux ayant des pouvoirs toxiques en tant qu'insecticides naturels ou phytoinsecticides s'inscrit dans une stratégie particulièrement adaptée aux exigences du consommateur tout en préservant l'environnement.

Le refus de consommation par un grand nombre d'insectes à l'égard de certaines plantes hôtes est dû à la présence de substances naturelles répulsives, les dissuasifs, les antiappétants et toxiques (**REMBOLD, 1997**).

Chez certaines plantes, des produits chimiques sont présents dans leurs tissus et peuvent ainsi intoxiquer des espèces nuisibles. Les pesticides botaniques sont extraits de racines, feuilles ou fleurs de plantes qui ont des propriétés insecticides. Toutefois, l'effet toxique des pesticides botaniques peut durer entre 3 heures et plusieurs semaines, selon la substance utilisée. Ils peuvent se révéler extrêmement efficaces si on les utilise au bon moment.

Chez *Locusta migratoria*, il peut y avoir rejet de la plante inhabituelle juste après l'étape de palpation et sans morsure (**BLANEY et al., 1985**).

C'est dans ce sens que nous avons apporté notre contribution par l'étude d'un extrait foliaire testé sur la mortalité et l'évolution pondérale de *Locusta migratoria*. Il s'agit du laurier rose (*Nerium oleander*). Une herbe des esprits malins, nous apprend un vieil herbier.

Cependant avant d'entamer cette partie, nous avons été amenés au préalable à effectuer dans un premier chapitre une étude bibliographique sur la bioécologie du criquet migrateur et les moyens de lutte utilisés contre cet insecte.

Dans le second chapitre sont portés le matériel et les méthodes de travail utilisés lors de notre expérimentation. Les résultats concernant les paramètres étudiés sont traités dans le troisième chapitre, et enfin, un quatrième chapitre qui est consacré à la discussion des résultats obtenus.

Chapitre I : Données bibliographiques sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

1 - Systématique et morphologie de *Locusta migratoria*

1.1 - Position systématique

Les criquets migrants sont des insectes ptérygotes, c'est à dire qu'ils sont ailés une fois adulte. Ils font aussi partie des hétérométaboles de type paurométabole. Hétérométaboles car il manque un stade immobile entre larve et adulte. Paurométabole car l'adulte et la larve ont le même milieu de vie. Le développement est ainsi progressif, la larve ressemblant beaucoup à l'adulte mais sans ailes. *Locusta migratoria* mérite l'appellation de criquet velu à cause de la pilosité thoracique ventrale (**DURANTON et al ., 1982**). Le criquet migrateur fait partie de l'ordre des Orthoptères et du sous ordre des Caelifères. Cette espèce fait partie de la famille des Acrididae (Mac Leay, 1819), de la sous-famille des Oedipodinae (Walker, 1870). *Locusta migratoria* est considéré comme étant le plus dangereux pour les cultures dans sa phase grégaire à cause de son importance numérique et sa capacité de se constituer en essaim. C'est une espèce migratrice qui, sous certaines conditions de climat et de lieu pullule et commet d'énormes dégâts sur les cultures (**GRASSÉ et DOUMENC, 1998**). Rappelons en résumé la position taxonomique du criquet migrateur *Locusta migratoria* selon **LOUVEAUX et BEN HALIMA (1986)** :

- Règne : Animal
- Embranchement : Arthropodes
- Sous- embranchement : Antennates
- Classe : Insectes
- Sous classe : Ptérygotes
- Section : Néoptères
- Sous section : Néoptères exopterygogènes
- Super - ordre : Orthopteroïdes
- Ordre : Orthoptera
- Sous ordre : Caelifera
- Super famille : Acridoïdea
- Famille : Acrididae
- Sous-famille : Oedipodinae
- Genre : *Locusta*
- Espèce : *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

1.2 - Morphologie

L'un des plus grands acridiens puisqu'il atteint 6 cm de long. Ses élytres et ses ailes dépassent bien l'extrémité de l'abdomen dans les deux sexes (**DURANTON et al ., 1987**). La coloration du corps est très variable. Les *tegmina*, étroits et longs, sont généralement d'un brun grisâtre foncé avec des taches brun foncé ; les ailes membraneuses sont transparentes et seul leur bord antérieur a un étroit liseré brun. Les antennes sont presque de la même longueur que la tête et le pronotum réunis. La crête longitudinale et médiane du pronotum est interrompue en son milieu par une dépression transversale peu profonde (**ZAHRADNIK, 1990**). D'après **BELLMAN (2006)**, ils sont généralement vert pâle, plus rarement brun jaunâtre ; tibias postérieurs rouges. Sujets migrateurs brun jaunâtre clair, tibias postérieurs presque incolores.

Leurs pattes postérieures sont adaptées au saut. Ce sont des criquets à oviscapte court. Au nombre de ces derniers sont des espèces migratrices qui, sous certaines conditions de climat et de lieu, pullulent et commettent d'énormes dégâts sur les cultures (**GRASSÉ et DOUMENC, 1998**).

Elle appartient au sous - ordre des Caelifères chez lesquelles la femelle possède 6 courtes valves. Elle a des antennes courtes et des tarsi comportant un arolium. Le pronotum ne recouvrant pas l'abdomen. On remarque l'absence d'éperon. La famille des Acrididae rassemble les grands migrants du genre *Locusta* (**ROTH, 1974**).

Le criquet migrateur présente une taille comprise entre 35-50 mm chez les mâles et 42-55 mm chez les femelles. C'est une espèce de grande taille et à tête arrondie, sommet du vertex large convexe, à fovéoles temporales petites et triangulaires. Le pronotum ayant une carène médiane plus ou moins élevée, entière ou simplement traversée par le sillon typique qui ne l'interrompt pas. Ce pronotum présentant habituellement deux raies noires longitudinales. Les élytres sont longs et les ailes sont hyalines (**CHOPARD, 1943; DURANTON et al ., 1987**).

Cette espèce se présente sous deux formes, l'une grégaire et migratrice (**Fig.1**), l'autre solitaire et sédentaire.

La première est de couleur variable, gris jaunâtre ou verdâtre, avec des parties vertes et des dessins bruns peu marqués ; les deux sexes sont de taille presque semblable ; le pronotum est relativement court et large, à carène médiane basse, droite, ou même concave vue de profil (**CHOPARD, 1965**).

Dans la phase grégaire, les mâles et les femelles sont de tailles sensiblement identiques avec un seul type pigmentaire brun-jaunâtre maculé de noir. Les individus de la phase solitaire présentent un polychromatisme vert-brun (**LECOQ, 1988**).

Il existe chez la plupart des criquets, à l'état adulte, des organes de stridulation qui sont plus ou moins différenciés à partir des ailes antérieures (**ROTH, 1974**).

La stridulation, très répandue, est obtenue par le frottement d'une rangée de petits tubercules, portés par la face interne des fémurs postérieurs, contre une nervure de l'élytre, qui entre alors en vibrations. L'organe récepteur est localisé à la base de l'abdomen, qui possède un tympan sur chacun de ces côtés (**GRASSÉ, 1969**).

Cet insecte tropical herbivore est très souvent cannibale en cas de carence, mange volontiers ses restes de mue. Le criquet est considéré comme ayant une bonne teneur en calcium (**BUTLER et INNES, 1936**).

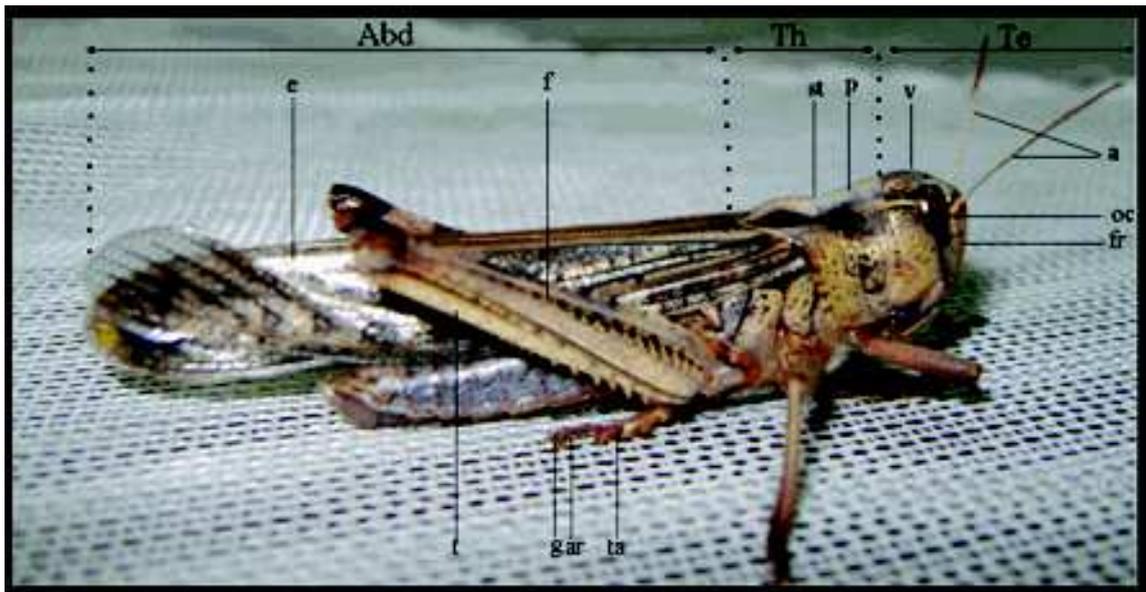


Fig.1 : Vue latérale de *Locusta migratoria cinerascens* mâle, forme grégaire (Original, 2010)

Abréviations.

- a : antennes ;
- Abd : abdomen ;
- ar : arolium ;
- e : élytre ; f : fémur ;
- fr : front ;
- g : griffes du tarse;
- oc : oeil composé ;
- p : pronotum ;
- st : sillon typique ;
- ta : tarse ;
- Te : tête ;
- Th : thorax ;
- v : vertex.

2 - Caractères morphologiques des différents états de développement de *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

2.1 - L'œuf

La durée du développement embryonnaire varie beaucoup en fonction des espèces acridiennes et des conditions d'incubation. Il est de 18 jours à 27°C et de 10 jours à 33°C chez [Locusta migratoria](#)

. L'état embryonnaire est généralement hypogé (sous la surface du sol).

L'œuf de [Locusta migratoria](#) est grand, long légèrement courbé avec des extrémités arrondies et enrobé dans la matière spumeuse.

La longueur de la masse ovigère est de 6 à 8,6 cm (longueur du bouchon spumeux : 1,5 à 5 cm / longueur de la grappe ovigère : 2,5 à 3,5 cm). Les œufs sont disposés selon une orientation bilatérale. La masse ovigère est surmontée d'un bouchon spumeux compact, spongieux d'une couleur blanchâtre ou brun clair.

Chaque femelle peut pondre de 5 à 10 oothèques contenant chacune environ 50 à 90 (maximum 105) œufs pendant sa vie d'adulte. L'œuf d'un brun clair, et mesure de 5,5 à 7,1 mm (CHAPMAN et ROBERTSON, 1958 ; DIRSH, 1959 ; POPOV et al . , 1990).

2.2 - Les différents stades du développement larvaire de *Locusta migratoria*

La femelle pond ses œufs dans du sable ou dans la terre humide en creusant un trou d'une dizaine de centimètre de profondeur avec son abdomen. Plusieurs dizaine d'œufs sont ainsi déposés enrobés dans une mousse le tout portant le nom d' [oothèque](#) . Dès la sortie de l'oothèque l'embryon qui vient d' [éclore](#) subit sa première mue pour aboutir à une [larve de stade 1](#) .

Les larves devront passer par cinq stades larvaires avant de devenir adulte reproducteur (**Fig.2**). Ces différents stades sont séparés par des mues durant lesquelles l'insecte se suspend tête en bas accroché par les pattes sauteuses et s'extirpe de son exuvie tête la première.

Les trois premiers stades se ressemblent et se distinguent par l'augmentation de leur taille qui est visible surtout au niveau de la tête et du thorax, l'abdomen s'allonge entre les mues avec la prise alimentaire.

La larve 1 est d'abord marron très clair juste après l'éclosion et ne dépasse pas 6 mm à la sortie de l'œuf. Sa couleur devient très vite noire. Elles entament leur première mue, la larve solidement accrochée au support met sa tête ou son dos vers le bas.

La cuticule se rompt dorsalement vers l'avant ce qui permet à la larve de sortir tête la première. L'ancienne cuticule ou exuvie reste accrochée au support.

Ces larves changent de couleur et deviennent orange avec des bandes noires, puis grossissent jusqu'à la deuxième mue.

Le retournement des ébauches alaires ou ptérothèques lors de la mue précédant la larve 4 fait que ces [dernières pointent vers le haut](#) alors qu'aux stades précédents elles étaient dirigées vers le bas. A la troisième mue, on remarque un changement de la couleur. A la quatrième mue, on commence à apercevoir des embryons d'ailes puis la couleur passe au beige. A la dernière mue, les ailes sont formées et fonctionnelles et leur couleur définitive est d'un beige foncé avec des bandes noires sur le dessus.

Les larves du Criquet migrateur solitaires sont vertes ou brunes, et les larves grégaires sont jaunes, fortement maculées de noir. Elles atteignent la taille d'adulte au bout de 4 semaines environ.

Le criquet comme beaucoup d'insectes, jeûne 24 h avant et 24h après la mue (CHAUVIN, 1956 ; CHAPMAN et ROBERTSON ,1958; DIRSH, 1959 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989, POPOV et *al.* , 1990) .

Le développement larvaire passe normalement par 5 stades. Il peut exister un sixième stade chez les femelles mais cela ne concerne qu'un faible pourcentage de la population (CHAUVIN, 1956 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

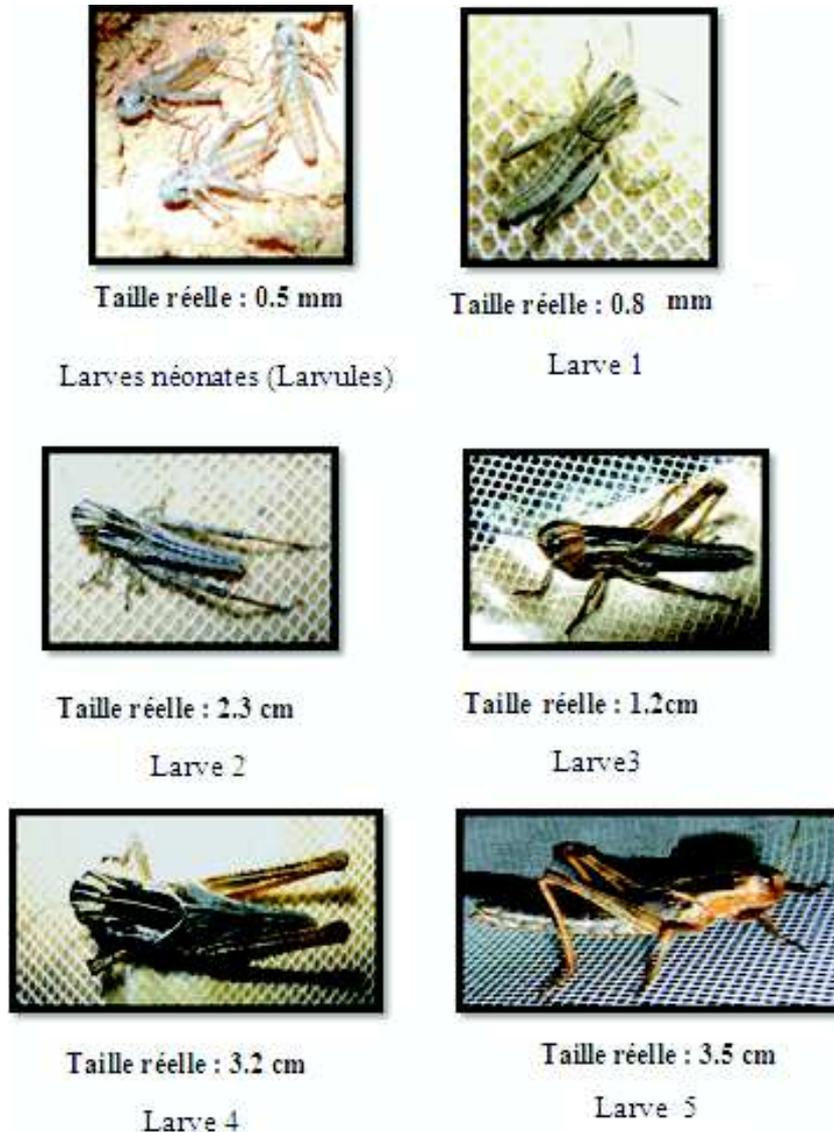


Fig. 2 : Les différents stades du développement larvaire de Locusta migratoria (Original ,2010)

2.3 - L'imago

La larve du cinquième stade peut effectuer sa dernière mue sur un plan vertical (**fig.3**). Il assure sa prise grâce aux griffes des deuxième et troisième paires de pattes qui resteront fixées même une fois le criquet totalement sorti. La cuticule de la tête et du thorax s'ouvre au niveau dorsal. Ainsi la tête et les pattes avant se trouvent libérées en premier. Les pattes

arrière le sont en dernier, à ce moment elles sont très souples et coulissent en se tordant dans l'étui de l'ancienne cuticule. Il dévore ensuite sa mue restée accrochée ce qui est pour lui une source nutritive non négligeable. Le stade imago est caractérisé par la présence d'ébauches alaires. La taille de la femelle est de 54 à 72 mm (**fig.4**), alors qu'elle est de 42 à 55 mm chez le mâle (**fig.5**). On notera chez les solitaires l'existence de deux formes pigmentaires : l'une verte et l'autre brune. En phase solitaire, les imagos sont généralement verts ou bruns plus ou moins parsemés de taches noires, jaunes ou brunes.

Les populations naturelles présentent des pourcentages respectifs des deux formes vertes et brunes variables selon les saisons. Les formes vertes prédominent en saison humide et les formes brunes sont majoritaires en saison sèche. En phase grégaire, les imagos possèdent une coloration unique jaune, avec une forte maculature noire.



Fig.3 : La mue imaginale (Original, 2010)

On distingue trois grandes périodes dans l'évolution du poids des femelles au cours de leur vie :

- la période pré-reproductive qui s'étend de la mue imaginale à la 1^{re} ponte.
- la période reproductive, de la 1^{re} ponte à la dernière ponte.
- la période post-reproductive, de la dernière ponte à la mort.

Le poids des femelles double pendant la période pré-reproductive ; il subit ensuite des fluctuations au cours des pontes successives et dans l'ensemble diminue régulièrement d'une ponte à la suivante. L'évolution de la prise de nourriture, appréciée par le poids des fèces, et l'on constate une décroissance le jour de la ponte et une diminution progressive tout au long de la vie jusqu'à la mort de l'insecte (**LAUNOIS-LUONG, 1975**).



Taille réelle : 72 mm

Fig. 4 : Imago femelle du *Locusta migratoria* (Original, 2010)



Taille réelle : 55 mm

Fig.5 : Imago mâle du *Locusta migratoria* (Original, 2010)

2.4 - L'adulte

L'adulte (**Fig.6**) est un imago sexuellement mûr. Le criquet adulte se reconnaît facilement à ses ailes qui dépassent son abdomen en longueur alors qu'au stade précédent, elles n'étaient encore que vestiges. Dès cette mue imaginale, les criquets peuvent s'accoupler et pondre des œufs dans des pondoirs. Le criquet adulte atteint sa maturité sexuelle en une dizaine de jours (**LAUNOIS-LUONG et LECO., 1989**). La forme solitaire présente une taille variant de 29-36 mm pour les mâles et de 35-51 mm pour les femelles ; la couleur est assez variable, les mâles étant souvent brunâtres et les femelles verdâtres. Concernant la forme grégaire, le criquet a une longueur de 35-50 mm pour les mâles et de 42-55 mm pour les femelles ; la couleur est noir velouté, gris verdâtre à jaune orange. Le pronotum est plus court que chez la forme solitaire et arrondi à la partie postérieure (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1936 ; BONNEMAISON, 1961**). Le nombre d'ovarioles de femelles grégaires est souvent inférieur à celui des femelles solitaires, il diminue de 19%, et le nombre moyen de tubes séminifères de 10% chez les mâles (**DURANTON et al. , 1987**).



Taille réelle : 50 mm

Fig.6 : Adulte de *Locusta migratoria*(Original, 2010)



1- Extrémité abdominale du mâle

2- Extrémité abdominale de la femelle

Fig.7 : Extrémités abdominales mâle et femelle du Criquet migrateur (Original, 2010)

3- Aperçu général sur la biologie et l'écologie de *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

3.1 - Répartition géographique

3.1.1 - Distribution géographique de *Locusta migratoria* dans le monde

L'aire de répartition géographique des espèces migratrices est souvent extrêmement vaste (**fig.8**), pour *Locusta migratoria*, elle embrasse plusieurs continents, mais, chaque espèce possède une zone d'habitat permanent où on la trouve sous sa forme solitaire et une zone d'habitat temporaire où on ne rencontre exclusivement que la forme migratrice qui peut y évoluer pendant un temps plus ou moins long mais néanmoins toujours limité. En **1923**, **UVAROV** a pu préciser que les foyers grégarigènes de *Locusta migratoria* se trouvaient inclus en Russie orientale, à la zone d'habitat permanent de cette espèce, mais localisés à des stations particulières, à des îlots sablonneux dépourvus de végétation arbustive, riches en graminées xérophytes et en particulier en *Phragmites* qui forment l'alimentation essentielle des jeunes larves. Le Criquet migrateur, *Locusta migratoria*, 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 et sur le pourtour méditerranéen, en

Asie orientale et en Australie. Par contre, il est inconnu aux Amériques. Le criquet migrateur recherche la chaleur et des milieux un peu humides. En Europe, les invasions de criquets migrants sont localisées dans la région orientale et sud-orientale, principalement à la Russie et aux Balkans. En Asie centrale, en Sibérie méridionale, dans la région aralo-caspienne, les invasions sont redoutables et fréquentes. Il en est de même en Afrique Equatoriale et en Afrique Occidentale (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1936**).

En France, elle est rarement observée. La forme grégaire est rare ; la forme solitaire dans le Midi et jusque vers l'île de France. Assez fréquent surtout dans les terrains sableux humides, les lieux incultes secs et les champs (BELLMAN, 2006).

D'après BALACHOWSKY et MESNIL(1936) et BONNEMAISON(1961), l'aire de répartition de cette espèce est considérable puisque des invasions sévissent dans toute la région chaude du continent africain, à Madagascar, aux Philippines, en Australie. Dans tous ces pays, *Locusta migratoria* ne présente pas pour une même espèce des caractères morphologiques identiques.

En général Cette espèce habite le sud de l'Europe et de l'Asie mais la phase grégaire a également pénétré en Europe centrale, notamment dans la partie inférieure du bassin du Danube, lors d'invasions au Moyen Age et au début de l'époque moderne (ZAHRADNIK, 1990).

Selon GRASSÉ (1969), le criquet migrateur *Locusta migratoria*, qui couvre à peu près toute l'Afrique, y compris l'Arabie et Madagascar, le Sud de l'Asie, le sud de l'Asie, le sud de l'Europe, et qui forme des races locales assez nombreuses, dont une s'est manifestée il y a une vingtaine d'années dans les Landes.

En Tunisie cette espèce a été observée aux environs de Tunis, Fortuna, Zaouia d'el Megaiz, entre Sous et Monastir, Aïn Draham, Khroumirie, Bordj Djedid, Tabarka, Hammam el Lif.

Au Maroc cette espèce se trouve à Tanger, Casablanca, Mogador, Melilla, Fez, Chilla, près de Rabat, Sarf el Akab., Oued Yquem, Andjera, Meknés, Maroc Saharien (CHOPARD, 1943).

UVAROV et ZOLOTAREWSKY (1927), divisent *Locusta migratoria* en un certain nombre de sous- espèces ou races géographiques ayant chacune des caractères morphologiques déterminées et leurs phases respectives (*solitaria*, *transiens* ; *gregaria*) et des particularités bio-écologiques liées aux caractéristiques écoclimatiques de leur domaine d'existence. Ces différentes sous-espèces sont :

- *Locusta migratoria* L. ssp *australis*

CHAPUIS et al. (2005), note que la sous-espèce *australis* est incluse dans la sous-espèce *migratoria*.

- *Locusta migratoria* L. ssp *burmana* (Ramme, 1951)

Cette espèce couvre la Birmanie supérieure et la Chine d' Ouest (**ANONYME ,1982**).

- *Locusta migratoria* L. ssp *capito* (Saussure, 1884)

D'après **ZOLOTAREWSKY (1929)**, c'est la forme que l'on rencontre à Madagascar et dans les îles adjacentes. Les formes solitaires et grégaires sont morphologiquement extrêmement éloignées. Le gréganisme est très marqué et les invasions redoutables. (**DURANTON et al ., 1978 ; ANONYME ,1982**).

- *Locusta migratoria* L. ssp *cinerascens* (Fabricius, 1781)

Elle couvre la région méditerranéenne. Cette espèce habite le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, l'Égypte, l'Espagne, et l'Italie (**ANONYME ,1982**). *Locusta migratoria cinerascens* a été signalée par **CHOPARD(1943)** en Algérie dans le littoral et les oasis. Au sud, cette sous-espèce vit à l'état endémique au Sahara centro-septentrional, en particulier au niveau des périmètres irrigués cultivés en céréales (**OULD -EL-HADJ, 1992 ; SEDDIK, 1994 ; ACHEUK, 2000**). Se reproduit dans les départements méditerranéens. (**DEFAUT, 2006**).

- *Locusta migratoria* L. ssp *gallica* (Remaudière, 1947)

D'après **LECOQ (1991)**, cette espèce habite les landes de Gascogne (France). Plusieurs races locales ont été observées en France dans le sud-ouest et aux environs de Montpellier (**BONNEMAISON, 1961 ; DEFAUT ,2005**) note que la sous-espèce *gallica* est incluse dans la sous-espèce *migratoria*. On a observé de 1944 à 1948 une très importante invasion de *Locusta migratoria* L. ssp *gallica* dans les Landes de Gascogne (**CHOPARD, 1965**). Cette espèce est caractérisée par sa petite taille. La longueur des élytres est de 35 mm pour les mâles, et de 45 mm pour les femelles (**BONNEMAISON, 1961 ; DEFAUT, 2006**).

- *Locusta migratoria* L. ssp *manilensis*(Meyen, 1835)

Cette espèce couvre les îles du Pacifique (Japon, Philippines), la Chine orientale, et le sud Est d'Asie(**ANONYME ,1982 ; STEEDMAN, 1988**) .

- *Locusta migratoria* L. ssp *migratoria* (Linnaeus, 1758)

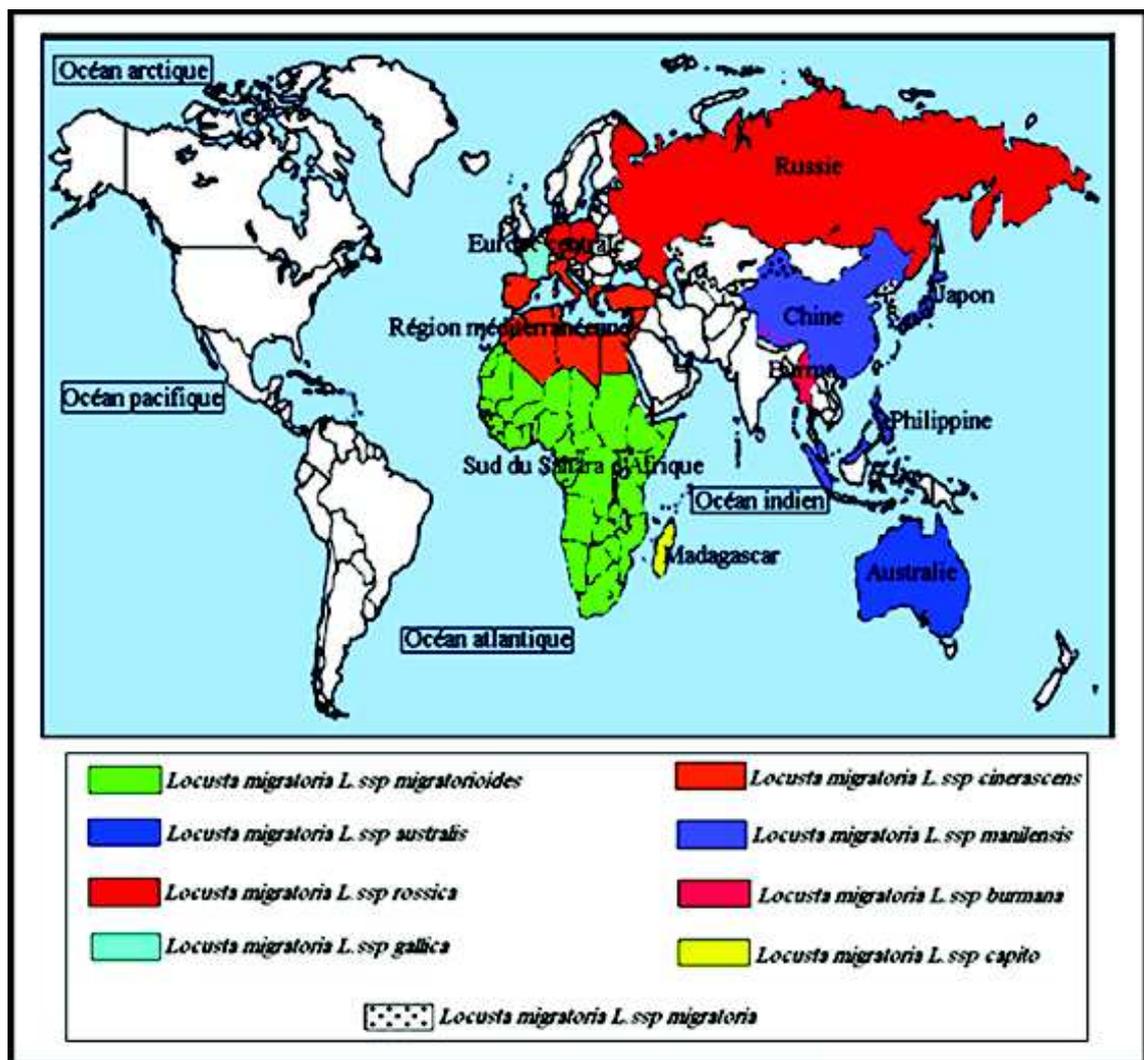
Cette sauterelle migratrice ravage les pays du pourtour méditerranéen. Elle habite l'Europe orientale (Sud-est de l'Europe) et l'Asie centrale (nord de la Chine, la Corée et le Japon). Les formes solitaires et grégaires sont nettement différentes. La forme grégaire, a une longueur de 40-50 mm pour les mâles et de 46-56 mm pour les femelles. La taille de la forme solitaire est de 29-46 mm chez le mâle, et de 37-60 mm chez la femelle. Elle présente une couleur brune, parfois légèrement verdâtre (**ANONYME ,1982 ; DEFAUT, 2006**).

- *Locusta migratoria* L. ssp *migratorioides*(Reiche et Fairmaire, 1849)

Cette espèce est inféodée aux régions tropicales, répartie dans tout le centre du continent africain et dans l'Inde. Elle est fréquente dans le Sud du Sahara d'Afrique. Espèce à invasions fréquentes forment des bandes très denses, très nuisibles. Les adultes sont de couleur jaunâtre pâle. Les ailes antérieures sont transparentes avec beaucoup de petites taches brunes. En phase grégaire, elles sont de coloration rouge-brun et noir contrasté. En phase solitaire, on peut rencontrer des formes vertes, brunes et grises. La taille est de 42 mm à 55 mm chez le mâle, et de 54 mm à 72 mm chez la femelle (**LECOQ, 1991 ; ANONYME ,1982**).

- *Locusta migratoria* L. ssp.rossica (Uvarov et Zolotarewsky,1929)

Spécial à la Russie et l'Europe du centre; cette forme est peu grégaire, ses bandes sont peu denses et ses migrations à amplitude restreinte (**ANONYME ,1982**).



Échelle : 1/12000000

Fig.8 : Distribution géographique des sous-espèces de *Locusta migratoria* dans le monde (Original, 2010)

3.1.2 - Distribution géographique de *Locusta migratoria* en Algérie

En Algérie, l'espèce *Locusta migratoria L. ssp. cinerascens* (Fabricius, 1781) occupe actuellement tout le territoire algérien mais elle est très inégalement répartie (Fig.9).

D'après **CHOPARD (1943)**, on rencontre les criquets migrateurs dans plusieurs wilayas de l'Algérie ; Oran (Chabet el Ameur, Lalla Maghnia), à Saïda, à Laghaout (Hammam Bou hadjar), à Biskra, à Skikda (Philippeville), et Taref (El Kala).

Locusta migratoria est rencontrée une seule fois dans la région d'Aïn- Yagout à Batna. Elle est hygrophile, car elle recherche des endroits humides dans des aires chauds (**BELLOULA, 1990**). Selon **SEDDIK (1994)**, la sous espèce Africaine *Locusta migratoria cinerascens* se trouve dans la région d'Adrar.

Effet du laurier rose (*Nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*Locusta migratoria*) (Acrididae, Oedipodinae)

Elle est signalée sur le littoral Algérois et les Oasis à Biskra et Ghardaia (El Goléa), mais ne peut se manifester sous forme grégaire. Les conditions éco-climatiques favorables ne se trouvent pas rassemblées dans notre pays.

Plusieurs individus de *L. migratoria* ont été capturés près d'Alger : à Fort de l'eau (Reghaïa), Hamiz, Rouiba, Chaabet El Aneur ; en Kabylie à Bejaia (Tigounatine, Tamda et Tala Amara) ; près de Constantine, près de M'sila à Aïn Khermane, et à Bir Ghabalou dans la région de Bouira.

Dans le sud, on la rencontre dans certaines régions du Sahara septentrional (Biskra et El Oued à l'est, Ghardaia et Ouargla à l'ouest) et dans les périmètres irrigués dans le Sahara central.

D'après **OULD-EL-HADJ (2002)**, les criquets occasionnent des dégâts au sud de la région d'Adrar. A l'extrême sud, il a été observé sous forme solitaire à Abalessa près de Tamanrasset.

D'après les données recueillies, nous l'avons recensée au nord depuis Tlemcen à l'ouest jusqu'à El Kala à l'est, sur la frange littorale et les plaines de l'atlas tellien proches de la côte. Par ailleurs, on la trouve également dans les hautes plaines telliennes (Bordj Bou Arreridj à l'est) ainsi que dans les hauts plateaux steppiques (Naama à l'ouest, Batna à l'est) (**ALLAL-BENFEKIH, 2006**).

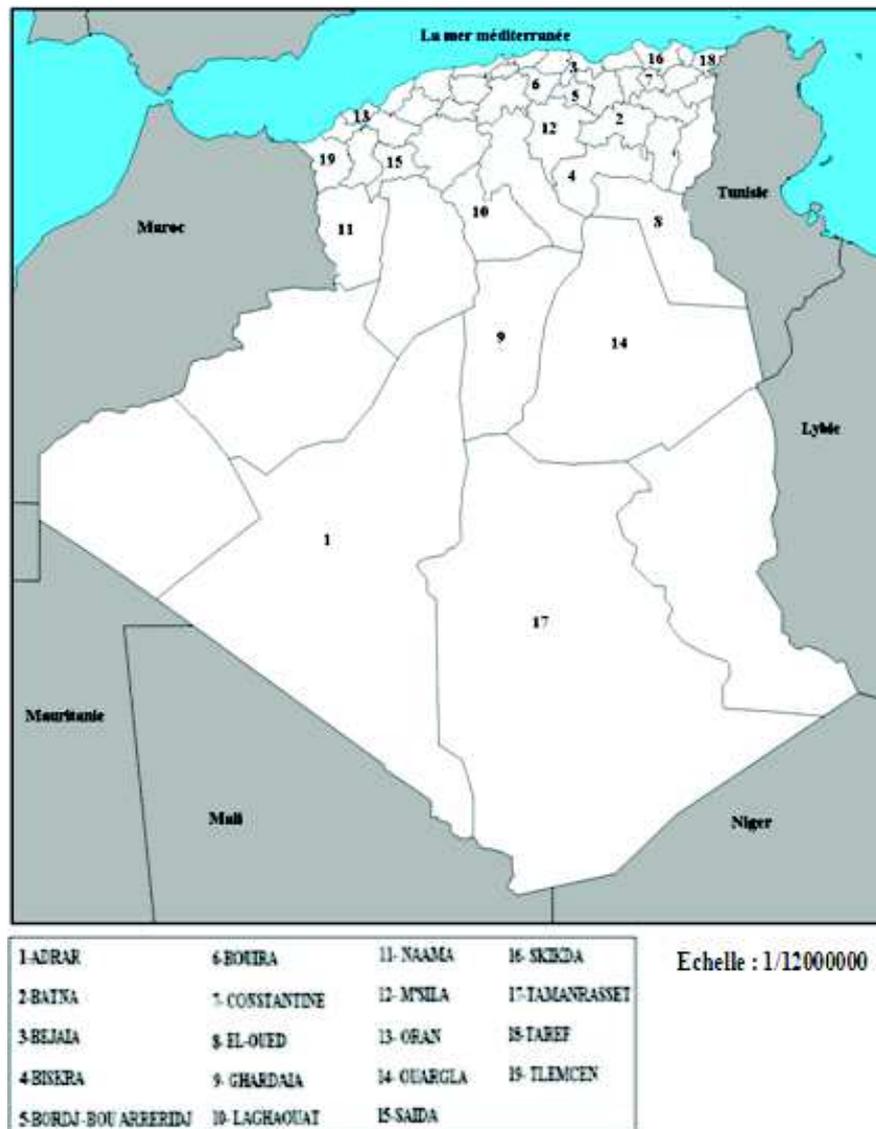


Fig.9 : Distribution géographique de *Locusta migratoria* en Algérie (Original, 2010)

3.2 - Les causes de la pullulation

L'apparition de pluies abondantes survenant après une période de sécheresse prolongée, favorise l'éclosion en masse et déclenche une grégarisation (**GRASSÉ, 1949**). De même, la sécheresse qui réduit les surfaces couvertes de végétation, oblige les criquets à se réunir sur des points relativement peu étendus. Au Mali, la température et les précipitations influent sur la taille des individus de populations dispersées (**FARROW, 1972, 1975**). La taille diminue lorsque les conditions deviennent plus douces et/ou plus sèches, mais augmente quand les conditions sont plus chaudes et/ou plus humides. Les contacts entre individus augmentent et déclenchent des transformations morphologiques, anatomiques et physiologiques (**CHAPMAN et ROBERTSON, 1958 ; BENICHOU-REDOUANE et FUZEAU-BRAESCH, 1982 ; DURANTON et al., 1987 ; STEEDMAN, 1988 ; LAUNOIS-LUONG et POPOV, 1992**).

3.3 - Régime alimentaire

Les criquets ne sélectionnent pas obligatoirement les végétaux les plus riches sur le plan nutritif. La majorité des plantes contient les éléments nutritifs indispensables aux acridiens. C'est plus l'accessibilité de ces éléments nutritifs qui jouera un rôle limitant dans le choix des plantes consommées par les criquets. Les besoins nutritifs sont largement discutés. Les plantes-hôtes convenables sont essentiellement celles qui assurent un bon développement corporel et une bonne reproduction par leur teneur en protéines.

Chez les Oedipodinae, on observe des espèces typiquement graminivores. L'adaptation à la géophilie est très fréquente chez les criquets à régime mixte (**OTTE et JOERN, 1977**).

On accorde généralement une part essentielle aux processus biochimiques dans la reconnaissance de la plante-hôte, la prise de nourriture et la définition du spectre de plantes utilisables par l'insecte phytophage (**CHAMPAN, 1977 a ; KOGAN, 1977 ; DETHIER, 1980**). C'est, toutefois, un ensemble de stimulus physico-chimiques qui entrent en jeu dans la perception de la ressource alimentaire (**MURALIRANGAN et MURALIRANGAN, 1985**). L'insecte reconnaît sa plante-hôte par des organes sensoriels situés sur les antennes (**ABUSHAMA, 1968**) olfactifs et gustatifs (**HASKELL et SCHOONHOVEN, 1969 ; SINOIR, 1969 ; BLANEY et CHAPMAN, 1970 ; LOUVEAUX, 1978 ; MORDUE, 1979 ; FINCH, 1980 ; STAEDLER, 1982 ; PROKOPY et OWEN, 1983**). Généralement le criquet explore la surface de la feuille avec ses palpes avant de mordre. Le rejet du végétal s'effectue habituellement après la morsure. Toutefois, chez *Locusta migratoria*, il peut y avoir rejet de la plante inhabituelle juste après l'étape de palpation et sans morsure (**BLANEY et al., 1985**).

Ce comportement résulte d'une sorte d'apprentissage, l'insecte associant les stimuli enregistrés par ses palpes avec le rejet qui suit les premières morsures (**BLANEY et SIMMONDS, 1985**).

Les larves et les adultes du criquet migrateur se nourrissent essentiellement à base de graminées comme les pousses d'herbes de préférence dures et tranchantes, Molinie (*Molinia*), Canches (*Aira*), Chiendent amélioré (*Cynodon dactylon*), Orges des rats (*Hordeum murinum*), de seigle (*Secale cereale*), de millet (*Panicum miliaceum*), de l'avoine (*Avena sativa*), maïs (*Zea mays*), riz ([_Oryza sativa_](#)), blé (*Triticum*), canne à sucre ([_Saccharum](#)), feuilles de Maïs et deluzerne en été et au printemps

Les criquets apprécient aussi les endives et la farine de son et le son de blé; quelques dégâts ont été observés sur le haricot, le carex, les joncs, la courgette, et la pomme de terre (**BONNEMAISON, 1961**).

La salade par contre doit être évitée car elle cause une dégénérescence et perturbe fortement la reproduction (**UVAROV, 1923**).

Des attaques sur les tiges de jeunes choux, feuilles de betteraves, et sur Composées et Iridacées sauvages ont été enregistrés par *Locusta migratoria gallica* dans les Landes de Gascogne (**ZOLOTAREVSKY, 1934; COUTURIER et al., 1946 ; CHABOUSSOU et al., 1947 ; CHABOUSSOU et al., 1948**). Mais il peut infester aussi, à l'occasion, le bananier, l'ananas, les palmiers à huile ou palmiers dattiers, le cocotier, le cotonnier, l'arachide, les pâturages, les jardins potagers et même les Cultures ornementales (**LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989**).

D'après **UVAROV(1936)**, le criquet migrateur s'attaque aux roseaux communs (*Phragmites communis*) en URSS, et à l'impréate cylindrique (*Imperata exaltata*) en Chine

du Nord (**ZOLOTAREVSKY, 1933**), et à l'herbe de bondes (*Themeda quadrivalvis*) au Nord ouest de Madagascar (**WINTREBERT, 1974**).

Le fait qu'une plante fasse l'objet d'un choix n'implique pas obligatoirement qu'elle permette, à elle seule, le bon développement et la reproduction du criquet observé.

Avoir un régime polyphage peut signifier qu'un criquet est capable d'utiliser différentes plantes au gré de ses rencontres ou bien alors doit consommer un spectre défini d'espèces végétales afin de mener à bien son développement. Les polyphages étudiés montrent généralement un meilleur développement lorsqu'on les élève sur plusieurs plantes plutôt que sur une seule espèce.

Les criquets mangent énormément, puisqu'ils ingurgitent quotidiennement leur poids en végétaux fibreux et exclusivement frais. Son plat préféré étant le blé encore vert ou en germe dont il dégustera entièrement la tige. L'herbe des nos jardins est aussi très appréciée. Tant qu'il fait jour, le criquet mange. Il ne fera qu'une pause ou deux le temps de prendre un bain de lumière (**MC FARLANE et THORSTEINSON, 1980**).

3.4 - Besoins en eau

L'eau est un facteur important pour un bon nombre d'acridiens qui colonisent les milieux arides où atteignent leur période de reproduction aux moments les plus secs de l'année. Elle peut être considérée comme un phagostimulant (**BARTON-BROWNE et al., 1975**). Si l'insuffisance en eau est néfaste, son excès constitue un facteur limitant la prise de nourriture (**SINOIR, 1968**) et peut affecter la croissance des acridiens (**MC KINLAY, 1981**). Le bon équilibre hydrique de la plante est donc un facteur essentiel de son utilisation.

En général, l'eau est apportée par l'alimentation dans les régions arides et en périodes de sécheresse, quand il n'y pas de rosée (**BERNAYS et CHAPMAN, 1973**). Dans les conditions normales, les acridiens sont capables d'absorber de l'eau libre (**GANGWERE, 1960 ; LOVERIDGE, 1975 ; BERNAYS, 1977**). **BEN HALIMA et al. (1983)** ont montré que *Locusta migratoria* se nourrit de blé lyophilisé, selon la technique décrite par **LOUVEAUX et al. (1980)**, la ration minimale d'eau permettant la survie de la femelle est de 100 µl/j et qu'une vitellogenèse normale apparaît à partir d'une ration de 300 µl/j.

Dans les milieux arides, le manque d'eau peut induire une infidélité plus ou moins passagère au régime alimentaire habituel. Il oblige parfois les criquets à consommer certaines plantes peu propices au développement mais dont la teneur en eau est relativement élevée (**BEN HALIMA et al., 1984**).

3.5 - Importance économique et dégâts de *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

Les ravages commis à la surface du globe par les acridiens migrants peuvent être comparés aux grands fléaux de l'humanité, aux inondations, aux tremblements de terre, aux épidémies (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1936**).

C'est un ravageur majeur en période d'invasion. Les dégâts sont essentiellement limités aux Graminées. Les larves et les adultes ravagent les cultures. Ils dévorent les feuilles, les graines en stade laiteux sont également consommées. Ils peuvent, en nombre considérable, franchir des distances énormes, plusieurs milliers de kilomètres, et lorsqu'ils s'abattent sur une région, ils font disparaître en quelques heures les feuilles des végétaux, parfois les

tiges et les racines. Un essaim d'une surface de 100 ha peut dévorer 1 000 tonnes de produit végétal par jour. Les criquets ne laissent derrière eux que des tiges nues. Les tiges peuvent même être dévorées jusqu'à la base. Les dégâts infligés aux cultures par ces acridiens sont de plusieurs types. Pour commencer les prélèvements alimentaires sur les feuilles, les fleurs, les fruits les semences, les jeunes écorces, mais aussi les blessures provoquées par les morsures entraînent deux conséquences majeures. D'une part cela ouvre une voie d'infection aux parasites et aux maladies végétales, d'autre part cela crée des lésions (rupture des vaisseaux nourrissant la plante) entraînant une destruction des tissus 5 à 10 fois plus importante que la prise de nourriture elle-même. Enfin, il faut tenir compte de la rupture des végétaux sous le poids des individus et la souillure des surfaces foliaires qui vont perturber la photosynthèse. Donc, les dégâts sur les cultures sont toujours graves.

L'amorce de la grégarisation s'effectue lorsque la vitesse de retrait des eaux découvre de grandes surfaces qui s'assèchent rapidement et contraignent les criquets à se regrouper sur des aires de plus en plus restreintes. L'élévation densitaire augmente les contacts interindividuels et déclenche le processus de la transformation phasaire. Pour que les bandes grégaires puissent se former, il est nécessaire qu'il ait au minimum 250 oothèques, soit 800 œufs par mètre carré et que les éclosions ne se produisent pas d'une façon échelonnée ; il faut pour cela que la température au sol sous abri soit au moins de 20° pendant 6 à 8 heures. La destruction des récoltes entraîne une détérioration de l'état alimentaire pouvant aller jusqu'à la famine. C'est surtout en Afrique, dans les pays du Sahel que la famine due aux criquets existe. Heureusement pour Madagascar, malgré la destruction assez importante de la culture du riz et des maïs par les criquets, il n'y a jamais eu de vraie famine au cours des invasions successives. Les criquets font des dégâts plus que matériels car leurs passages entraînent souvent des maladies. Ceci ne se produit pas directement mais d'une façon indirecte par exemple la famine entraîne l'affaiblissement de la population concernée et parfois la mort (**LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989**).

3.6 - Les invasions

Les plus graves invasions ont été enregistrées aux XI^{ème}, XIV^{ème} et XVI^{ème} siècles. De nos jours cette espèce est rare en Europe centrale où l'on voit cependant des sujets isolés ou égarés dans les contrées chaudes entre Août et Octobre (**ZAHRADNIK, 1990**).

Quand un essaim s'abat sur une culture, après son départ, il ne reste plus grand chose car un criquet adulte dévore par jour l'équivalent de son poids qui est en moyenne de 1g. Or, un essaim de densité moyenne contiendrait 50 millions d'ailés par kilomètre carré.

En 873, une invasion de criquets migrants dévaste l'Italie, la Gaule et la Germanie.

En 1923, UVAROV a pu préciser que les foyers grégarigènes de *Locusta migratoria* se trouvaient inclus en Russie orientale, à la zone d'habitat permanent de cette espèce, mais localisés dans des stations particulières, et dans des îlots sablonneux dépourvus de végétation arbustive, riches en graminées xérophytes et en particulier en roseaux communs (*Phragmites*), qui forment l'alimentation essentielle des jeunes larves .

En Afrique, l'aire grégarigène principale du criquet migrateur (celle où s'opère le passage de la phase solitaire à la phase grégaire et où se forment les premiers essaims) se situe au Mali, dans la zone d'inondation du fleuve Niger. La dernière grande invasion s'est déclarée dans cette zone en 1928. En l'espace de cinq ou six ans, elle s'est étendue à une très grande partie du continent africain, au sud du Sahara. L'homme est longtemps resté

désarmé devant ce phénomène. C'est seulement vers 1930 qu'on a découvert la biologie de cet insecte. On a pu alors limiter les dégâts que les criquets migrateurs infligent dans les régions tropicales de l'Afrique.

En 1940, à Madagascar, l'aire grégarigène est située dans la partie la plus aride de l'île, au sud-ouest. De là, démarrent des invasions qui peuvent s'étendre sur près de 500 000 kilomètres carrés.

Une grande invasion a débuté en 1997 à Madagascar. Des pullulations importantes ont également eu lieu dans le bassin du lac Tchad en 1997, et dans de nombreuses îles d'Indonésie, en particulier à Sumatra, en 1998 (**LECOQ et DURANTON, 2009**).

En Europe, les invasions de criquets migrateurs sont localisées à la région orientale et sud-orientale, principalement à la Russie et aux Balkans.

En Asie centrale, en Sibérie méridionale, dans la région aralo-caspienne, les invasions sont redoutables et fréquentes. Il en est de même en Afrique Equatoriale et en Afrique Occidentale (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1936**).

3.7 - Les migrations

Les migrations de *Locusta migratoria* sont fréquemment confondues avec celles d'autres espèces dont les formes grégaires se réunissent en nuages gigantesques qui causent des dégâts extraordinaires au Moyen Orient et en Afrique. Le nombre d'insectes présents dans ces troupes serait compris entre 700 millions et deux milliards. Les criquets dévorent toute la végétation qui se trouve sur leur passage.

Dans les pays affectés par ces invasions, des institutions scientifiques étudient les causes du développement des sujets grégaires et publient des prévisions de leurs mouvements (**ZAHRADNIK, 1990**). Les criquets migrateurs se déplacent en bandes comprenant des millions d'individus (**UVAROV, 1921, 1928**).

Pour que les bandes grégaires puissent se former, il est nécessaire qu'il ait au minimum 250 oothèques, soit 800 œufs par mètre carré et que les éclosions ne se produisent pas d'une façon échelonnée ; 20° pendant 6 à 8 heures. Durant les vols, les criquets s'alimentent très peu et vivent aux dépens de leurs réserves grasses ce qui permet le développement des organes génitaux.

Les membres de ces groupes n'accomplissent pas de tâches collectives et leurs sociétés restent rudimentaires. Les bandes dévastatrices des criquets migrateurs : *Locusta migratoria* et ses diverses sous-espèces qui se trouvent en phase physiologique dite grégaire se composent soit de larves aptères, soit d'ailés qui accomplissent de longs voyages (**GRASSÉ, 1969**).

Ces migrations ne sont pas nécessairement régulières et saisonnières. Des travaux ont montré qu'une même espèce de criquet peut se présenter sous deux formes, une forme solitaire et une forme grégaire, la seconde se distinguant de la première par des ailes plus longues et une pigmentation plus prononcée; seule cette deuxième forme est dangereuse. A l'état solitaire, on peut rencontrer le Criquet migrateur dans les milieux mésotrophes dans l'ensemble de son aire de distribution. Des aires grégarigènes partent les essaims, prélude à l'invasion généralisée.

Les phénomènes de crue et surtout de décrue en saison sèche dans le delta du Niger mettent à jour des biotopes refuges pour l'espèce à une période de l'année où elle est en grande difficulté du fait de l'assèchement du milieu environnant. Les zones

découvertes par le retrait des eaux bénéficient d'une humidité résiduelle et d'une végétation restée temporairement turgescente qui sédentarise les populations acridiennes. En période grégaire, les essaims volent de jour, plus loin et plus longtemps que les solitaires qui se déplacent en début de nuit et suivant un système de vent différent (**CHAPMAN & ROBERTSON, 1958 ; DIRSH, 1959 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989 ; POPOV et al. , 1990**).

3.8 - Polymorphisme phasaire

Après avoir étudié pendant de nombreuses années la biologie du criquet migrateur, **UVAROV (1921)** établit la théorie des phases, qui fit entrevoir la question acridienne sous un jour nouveau ; cette théorie qui a trouvé aujourd'hui une confirmation indiscutable, non seulement pour le criquet migrateur, mais pour la plupart des autres espèces migratrices, doit être considérée aujourd'hui non plus comme une théorie, mais comme un phénomène biologique dûment établi. Cette espèce appartenant à la catégorie des locustes présentant un phénomène de polymorphisme phasaire très marqué. Il s'agit d'un locuste très sensible qui peut passer d'une forme solitaire à une forme grégaire dès que la densité dépasse un seuil critique, seuil estimé à 2000 ailés/ hectare en zone subtropicale, et des formes intermédiaires appelées *transiens congregans* ou *transiens dissociens* (**UVAROV, 1921, 1928 ; ALBRECHT, 1967**).

Le polymorphisme phasaire s'exprime par des différences morphologiques, anatomiques, physiologiques, écologiques et comportementales. Ainsi, les ailés solitaires présentent-ils un pronotum saillant et non selliforme, une taille nettement plus grande chez les femelles que chez les mâles, un polychromisme vert/brun selon l'ambiance hydrique saisonnière. Chez les grégaires, mâles et femelles ont presque la même taille et sont très fortement mélanisés (**UVAROV, 1921, 1928 ; FUZEAU BRAESCH, 1991**).

On compte 5 à 7 stades larvaires chez les solitaires et 5 chez les grégaires. Ces derniers se développent plus lentement et accomplissent un nombre de génération inférieur à celui des solitaires.

Les Criquets migrants sont de bons voiliers. Les vols spontanés des locustes en phase solitaire sont rares dans la journée, même si les conditions aérologiques, la température et l'humidité relative sont favorables. Les vols ont lieu très souvent en début de nuit. 80 % des vols s'effectuent sous le vent.

Le criquet migrateur africain *Locusta migratoria migratorioides* parcourt souvent des distances de 300 à 400 km, à une vitesse moyenne de 35 km/h. La transformation phasaire s'accomplit dans les foyers grégarigènes qui présentent plus souvent et plus durablement qu'ailleurs des conditions favorables à la multiplication et à la densité des populations.

En Afrique sud-saharienne, ces foyers grégarigènes sont localisés dans des zones hygrotrophes à humidité résiduelle importante en saison sèche (Delta central du fleuve Niger au Mali, pourtour du lac Tchad, région du Nil bleu au Soudan) (**LECOQ, 1974**).

En plus de l'effet de la densité, d'autres facteurs semblent intervenir dans l'expression du polymorphisme phasaire tels que la photopériode, la température, la sécheresse, la qualité de l'alimentation, la teneur en gaz carbonique, ainsi que la salinité du sol (**APPERT et DEUSE, 1982**).

Normalement le criquet migrateur est sédentaire (phase solitaire) mais dans certaines circonstances, par exemple quand il pullule ou que la nourriture devient rare, et le plus souvent dans les lieux très humides, une phase grégaire apparaît. Les causes exactes du

développement de cette phase n'ont pas été entièrement élucidées, mais toutes les espèces chez lesquelles elle existe sont nuisibles ; elles présentent un véritable fléau pour les régions situées dans l'axe de leurs migrations (**ZAHRADNIK, 1990**).

La phase solitaire existe sur une zone extrêmement vaste comprenant une partie de l'Europe et de l'Asie, toute l'Afrique et Madagascar. Elle est commune dans la moitié sud de la France, principalement dans les lieux arides, les bois et parfois les cultures mais ne présente aucun intérêt économique (**BONNEMAISON, 1961**). Les deux phases diffèrent par leur morphologie (coloration), leur biologie, leur physiologie et leur anatomie.

Les grégaires sont de plus petite taille et sont de couleur orange maculée de noir ou bien brun jaunâtre. Leur carène médiane du pronotum est presque plane. Les solitaires sont de couleur verte ou brune avec des *tegmina* tachetés. Leur carène médiane est arquée (**ZAHRADNIK, 1990 ; ALLAL-BENFEKIH L, 2006**).

Le criquet migrateur peut avoir plusieurs générations successives dans l'année si les conditions écologiques s'y prêtent : 3 générations annuelles en phase grégaire et 4 générations annuelles en phase solitaire. Les grégaires volent plus longtemps et plus loin que les solitaires et produisent des œufs plus gros et en nombre inférieur (**DURANTON et al. , 1987**).

3.9 - Le cycle biologique du criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

Le cycle d'un criquet migrateur comporte six stades séparés par des mues. La croissance d'un stade à l'autre est impressionnante et le cycle complet est très court (8 à 10 semaines) **GILLON(1989) in ZERGOUN (1994)**.

3.9.1 - Comportement sexuel et accouplement des adultes chez le criquet migrateur

Tout d'abord, l'attraction sexuelle peut jouer un rôle car très souvent l'accouplement précède la ponte et on peut alors observer des rassemblements de criquets. Les mâles de cette espèce attirent les femelles par une parade constituée d'un vol accompagné de stridulations et de crépitements des ailes colorées.

L'attraction interindividuelle est visuelle, auditive et surtout olfactive par le biais des phéromones sexuelles qui attirent aussi bien les mâles vers les femelles que les femelles entre elles vers des sites de ponte, même quand les sites viennent d'être désertés. Cette attraction est surtout importante chez les locustes, espèces grégariaptées, pour lesquels, sur plusieurs centaines de mètres carrés voire sur plusieurs hectares, on peut dénombrer des centaines d'oothèques au mètre carré (**POPOV et al. , 1990**).

Les couleurs changeront avec l'accouplement : le mâle passera au jaune, la femelle aura une couleur un peu rosée. L'accouplement a lieu lorsque les criquets sont à terre. La femelle se reproduit en continu et effectue 4 à 5 générations par an dans sa phase solitaire, 3 dans sa phase grégaire (**BONNEMAISON, 1961**).

L'accouplement chez *Locusta migratoria* est assez long, plus d'une heure (**Fig.10**). Il est très précoce, il peut s'observer chez les adultes au quatrième jour après la mue imaginale. Les femelles solitaires commencent à pondre au deuxième jour après leur émergence tandis que chez les grégaires la ponte ne commence qu'au bout de 2.5 à 3 semaines (**STEEDMAN ,1988**).

Le mâle se cramponne au dos de la femelle par ses deux premières paires de pattes, la troisième paire reste disponible, par exemple pour chasser un mâle intrus ou pour striduler. L'abdomen du mâle est recourbé vers le bas, à droite ou à gauche. Les crochets de l'épiphalle s'accrochent à la plaque sous-génitale de la femelle. Le pénis est introduit entre les valves génitales dans le vagin et son extrémité atteint le canal de la spermathèque. Le sperme est 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 sécrétions 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. La séparation des deux congénères entraîne la rupture du spermatophore, dont une partie reste dans le canal de la spermathèque, où il est progressivement dissout. On constate des différences importantes d'usure des bords des valves génitales ainsi que des dépôts de matière spumeuse sur les valves génitales supérieures et des soies latérales. Cette usure est due aux forages du sol précédant la ponte. Elle est plus ou moins marquée selon la dureté du substrat et le nombre de forages effectués par la femelle.

Les femelles pondent des oothèques dans des trous qu'elles creusent dans le sol, puis elles enterrent leur oothèque dans le terreau, où les œufs sont disposés en deux rangées entourées d'un mucus. La nature du sol aurait une importance prépondérante pour certains acridiens. La forme des valves génitales des femelles paraît être adaptée à la qualité des sols qu'elles utilisent comme sites de ponte. La femelle se reproduit en continu au prix de déplacements sur plusieurs centaines de kilomètres pour se maintenir dans des conditions écologiques convenables pour sa survie. (CHAPMAN et ROBERTSON, 1958 ; DIRSH, 1959 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989 ; POPOV et al., 1990) .



Fig.10 : L'accouplement des adultes chez le criquet migrateur (Original, 2010)

3.9.2 - Comportement de la ponte

Une alternance de plages de sol nu et de touffes de végétation, un bon ensoleillement, une humidité superficielle du sol suffisante sont autant de paramètres pris en compte simultanément par la reproductrice pour décider du choix du site de ponte.

La ponte a lieu en automne et consiste en une grande coque de forme assez variable (CHOPARD, 1943). Ainsi elle se fait dans un tunnel creusé dans le sable (Fig.11) ou de la terre meuble grâce à l'extrémité de l'abdomen. La femelle recherche un sol limoneux compact plutôt que du sable, inconsistant ou de l'argile, sol argilo-limoneux de préférence

humide avec un recouvrement global du couvert herbacé dense sur sols alluviaux de l'ordre de 60 à 80 %, pour pondre. En dehors de cet effet édaphique, certains autres facteurs contribuent au regroupement des femelles en ponte et ceci chez des espèces très différentes. Son optimum pluviométrique est d'environ 50 à 100 mm de pluie par mois en phase solitaire ; il est de 25 à 100 mm par mois en phase grégaire (CHAPMAN et ROBERTSON, 1958 ; DIRSH, 1959 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989 ; POPOV et al. , 1990). L'abdomen de la femelle peut considérablement s'allonger grâce à l'extension qui se produit aux dépens des membranes intersegmentaires 4 à 8 (POPOV, 1959). Pour pondre, la femelle distend son abdomen et l'enfonce dans le sol à une profondeur de 3 à 10 cm (Fig.11). La distension de l'abdomen peut atteindre trois fois sa taille au repos. Les œufs sont expulsés avec une matière spumeuse qui forme en solidifiant une oothèque incurvée, d'une longueur de 50 à 75 mm. La ponte en elle-même dure 3 heures : une heure et demi pour creuser le sol, une demi-heure pour pondre, une heure pour se retirer. La fécondité moyenne est de 200 œufs ; les œufs pondus par les criquets grégaires restent en diapause jusqu'à l'éclosion (BONNEMAISON, 1961).

Chez *Locusta*, la matière spumeuse (Fig.12) entoure la masse ovigère (Fig.13) et forme une paroi assez fragile. Chez d'autres acridiens, les œufs sont enveloppés d'une paroi plus solide formée de particules de terre agglomérées par les sécrétions au moment du forage. On trouve très souvent à l'intérieur de l'oothèque une masse spongieuse remplissant les interstices entre les œufs ou seulement à la partie supérieure de la masse ovigère pour former le bouchon. La détection des zones de pontes est donc un préliminaire utile à l'action de lutte. Elle se fait par le repérage des regroupements des reproductrices en période de ponte. Quatre générations se succèdent dans l'année : deux en saison des pluies : octobre-novembre et janvier-février pour les populations de saison sèche et deux en saison sèche : mai-juin et juillet-août pour les populations de saison des pluies, accompagnées de déplacements sur plusieurs centaines de kilomètres (POPOV et al. , 1990).



Fig.11 : La ponte (Original, 2010)

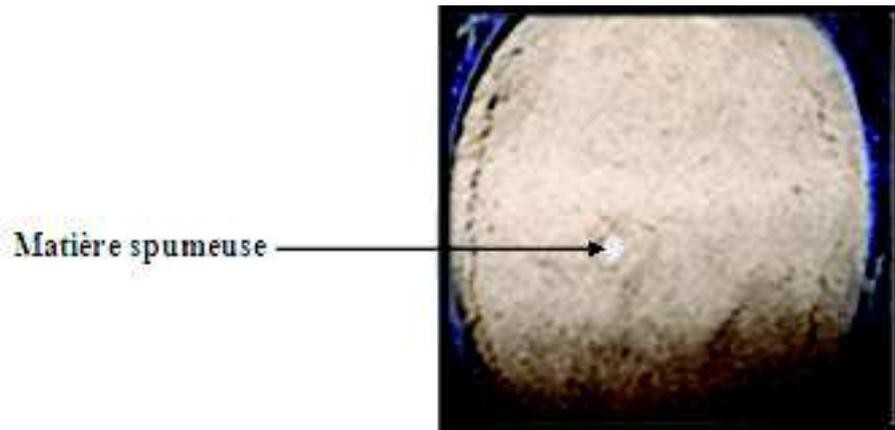


Fig.12 : Matière spumeuse (Original, 2010)



Fig.13 : L'oothèque (Original, 2010)

3.9.3 - Le développement embryonnaire et l'éclosion

Les petits à la naissance font moins d'un centimètre et sont pratiquement translucide avant de commencer à arborer leurs couleurs environ une semaine après l'éclosion. La couleur devient très vite plus foncée, grise puis noire avec des taches marrons. Les criquets sortent en masse de l'oothèque (**Fig.14**) par le bouchon situé à la surface et mesurent 5 mm. Une enveloppe qui les avait aidé à remonter à la surface les abandonne et reste au sol, elle est blanche. En saison chaude, le développement embryonnaire dure une dizaine de jours. Une femelle forme de 5 à 10 oothèques contenant chacune environ 40 œufs pendant sa vie d'adulte. En saison fraîche, le développement embryonnaire peut dépasser un mois, de même que le développement larvaire (**CHAPMAN et ROBERTSON, 1958 ; DIRSH, 1959 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989 ; POPOV et al. , 1990**) .



Fig.14 : L'éclosion (Original, 2010)

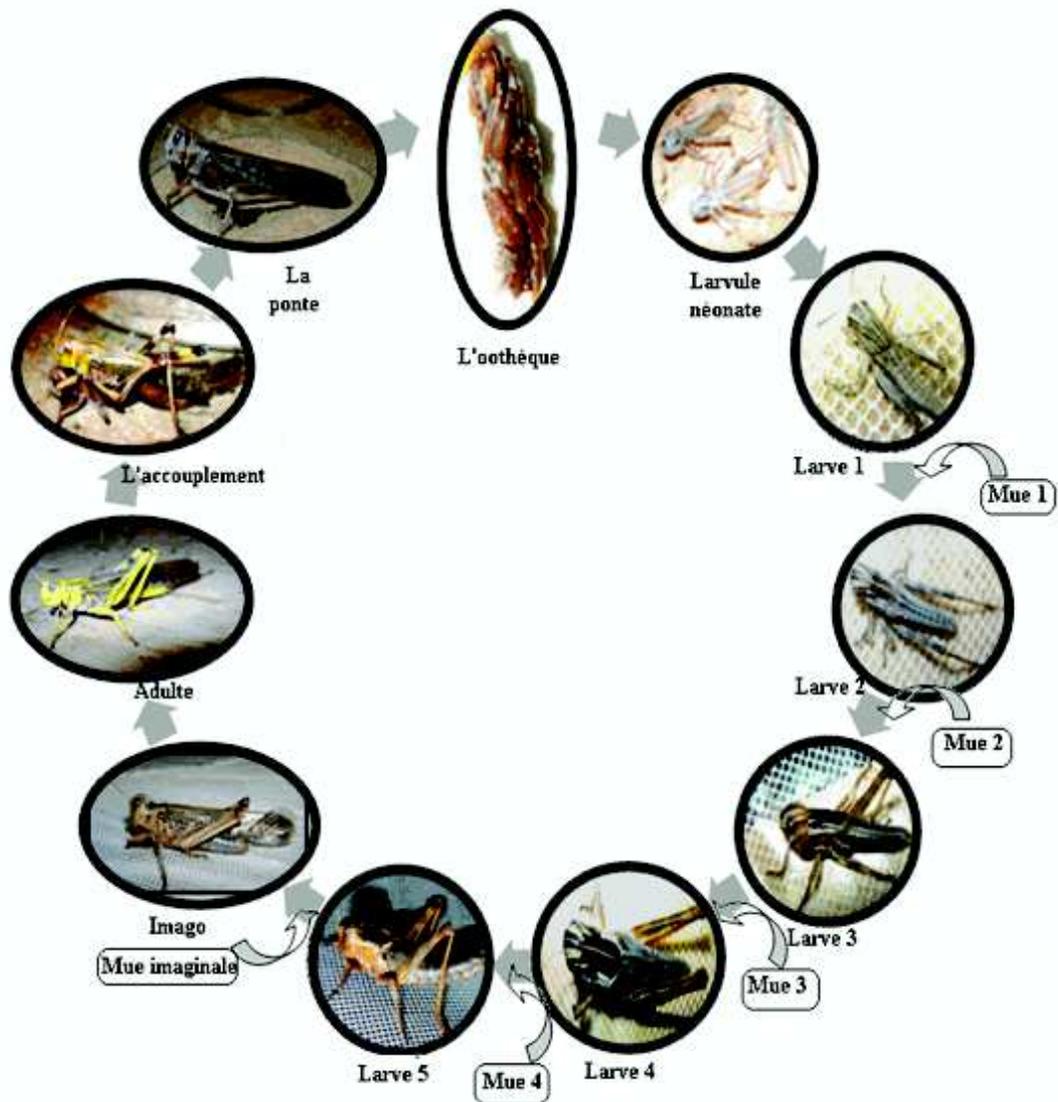


Fig. 15 : Le cycle biologique du criquet migrateur *Locusta migratoria* au laboratoire ($T^{\circ} = 31 \pm 2^{\circ} C$, $HR = 40 \pm 5 \%$) (Original, 2010)

3.10 - Les facteurs abiotiques qui agissent sur le développement des crickets migrants

3.10.1 - Influence de la température sur la durée de développement du criquet migrateur

La durée de développement embryonnaire est d'autant plus courte que la température est plus élevée. La température augmente en général le nombre des mues ; elle peut le diminuer dans des cas assez rares, ce qui montre que cette espèce est thermophile.

Les crickets sont faciles à élever, ils peuvent se contenter de peu de chaleur (18° à 25° le jour et de 15° la nuit), l'élevage évoluera plus rapidement si la température est de 25° le jour et de 18° la nuit (CHAUVIN, 1956).

3.10.2 - Influence de l'humidité relative sur la durée de développement du Criquet migrateur

Les développements les plus rapides sont observés pour une gamme d'humidités relatives comprises entre 60 et 70 % ; en deçà et au-delà, les vitesses de développement embryonnaire décroissent. Cette espèce est méso-hygrophyle.

Pour chaque état ou stade biologique, il existe un optimum hydrique. En cas de sécheresse, les œufs subissent un ralentissement important ou même un arrêt de développement qui peut être une simple quiescence ou annoncer la mort de l'embryon. Un excès d'humidité est aussi néfaste, car il engendre l'asphyxie des œufs.

Les larves et les ailés réagissent aux variations d'humidité de leur milieu par des déplacements. La vitesse de développement est très affectée : elle diminue généralement plus rapidement en cas de sécheresse qu'en cas d'excès d'humidité (**HAMILTON, 1950**).

3.10.3 - Influence des pluies sur le criquet migrateur

L'essentiel des apports en eau en zone tropicale sèche est fourni par les pluies. Cet élément peut donner une estimation suffisante de l'ambiance hydrique à l'échelle mensuelle (**LECOQ, 1975**). Des conversions sont possibles en notant la teneur en eau de l'air, ou l'humidité relative au niveau du sol ou de la végétation, mais la température influe beaucoup sur la signification biologique de cette dernière expression hydrique (**LAUNOIS, 1974**).

La meilleure appréciation quantitative de l'environnement hydrique est le bilan hydrique du sol, c'est-à-dire la quantité d'eau disponible pour hydrater les œufs ou entretenir une végétation turgescente.

Le bilan hydrique nécessite de connaître avec exactitude la nature du sol, les évapotranspirations potentielle et réelle et les réserves en eau du sol.

Les populations arrivant moins de 5 jours après une pluie, alors que le sol est encore humide, se sédentarisent et pondent sur place. Au contraire, celles qui arrivent après un délai plus long trouvent un sol trop sec et quittent presque immédiatement la station. Si la pluviométrie est rigoureusement nulle, le développement des œufs est assuré par les réserves d'eau contenues dans le sol.

Les effets de l'assèchement progressif du sol sur la vitalité des œufs sont mal connus. Les élevages ont montré que les oothèques sont détruites lorsque le sol se dessèche dans les deux ou trois jours qui suivent la ponte. Leur résistance semble par contre beaucoup plus grande à partir du moment où les œufs ont augmenté de volume (**REMAUDIÈRE, 1954**).

Selon **DJEZZAR (2007)**, un taux d'hygrométrie relative est de 60% est nécessaire à la pré-ponte chez *Scistocerca gregaria* et est de 30% après la ponte.

3.10.4 - L'action du photopériodisme sur le criquet migrateur

Locusta migratoria est sensible à la photopériode. L'espèce présente 5 stades larvaires. Ils sont soumis à une photopériode (12 h d'éclairage sur 24 h) (**GILLET, 1978**). La lumière colorée déclenche, chez les criquets, le mécanisme de l'adaptation chromatique (**GRASSÉ, 1969**).

4 - Stratégie et moyens de lutte contre le criquet migrateur

4.1 - La lutte préventive

Jusqu'en 1986, la surveillance et la lutte contre ce ravageur étaient confiées à des équipes de prospecteurs appartenant à une organisation régionale, l'OICMA (Organisation Internationale de lutte contre le Criquet Migrateur Africain) dont la direction était basée au Mali, à Bamako. Les prospections portaient sur l'ensemble de l'aire grégarigène découpée en secteurs, qui étaient visités régulièrement.

Des modifications notables du milieu, défavorables au Criquet migrateur, se sont produites ces dernières années : introduction de la culture attelée, creusement de nombreux puits entraînant une sédentarisation du bétail (facteur de perturbation des populations larvaires), mise en service d'un grand barrage en amont de Bamako, qui a notablement diminué la hauteur de la crue du Niger (ce qui a pour conséquence de restreindre les surfaces favorables révélées lors de la décrue). L'ensemble de ces modifications fait que le problème " Criquet migrateur africain " est actuellement considéré comme moins important que par le passé (**LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989**).

La structure et la dynamique des populations acridiennes permettaient de localiser dans l'espace et dans le temps les sites de pontes au cours des déplacements saisonniers de ces populations et donc les lieux d'éclosion et de développement des bandes larvaires qui sont les cibles privilégiées de lutte. À la suite des modifications apportées au paysage de l'aire grégarigène par des activités agricoles et pastorales qui ont été en partie à l'origine d'une longue période de rémission de ce fléau (la dernière période d'invasion généralisée sur tout le continent africain date des années 1929 à 1934), le problème posé par le criquet migrateur ne revêt plus une importance régionale majeure. En conséquence, la surveillance et la lutte contre ce locuste ont-elles été confiées au service de la protection des végétaux du pays le plus concerné, au même titre que la lutte contre d'autres acridiens nuisibles (**POPOV et al. , 1990**).

ZAHRADNIK (1990), mentionne que les mesures préventives comprennent l'aspersion aérienne des récoltes avec des insecticides, mais une fois que le nuage de criquets s'est envolé, la seule méthode de lutte consiste à appeler l'armée qui détruit les insectes avec des lance-flammes, car les récoltes sont déjà anéanties. L'utilisation des satellites écologiques et météorologiques permettrait le renforcement des réseaux de la surveillance des aires grégarigènes de *L. migratoria* (**LAUNOIS- LUONG et LECOQ, 1989 ; LECOQ, 1990 ; LAUNOIS, 1996**).

4.2 - La lutte culturelle et mécanique

Les agriculteurs tentent d'employer des mesures de lutte culturelle ou mécanique pour protéger leurs cultures des attaques de criquets. Ils ont comme seul recours d'utiliser des melhafa ou tentes qui s'emploient lors d'invasions de faible importance (Algérie) ; ce sont des barrages mobiles et de plus petite dimension, constitués par une pièce de toile de 3 à 4 m de large, sur 10 m de long. La toile est tenue verticalement par 3 ou 4 personnes ; sa moitié inférieure traîne sur le sol, des rabatteurs munis de branches poussant les criquets sur la toile que l'on replie alors vivement en 2, le bord inférieur venant s'appliquer sur le bord supérieur ; on étourdit les criquets emprisonnés ainsi dans la toile, en secouant fortement

celle-ci, puis on les verse dans des sacs de réserve pour les détruire par la suite . <En Russie méridionale, on écrase les criquets sur place en les frappant avec des pelles.

Pour lutter contre les œufs d'acridiens, il faut savoir où elles ont été déposées : dans nos pays, c'est généralement les plantes herbeuses qui bordent les chemins ou dans les champs incultes.

En Algérie, les criquets pondent leurs œufs, soit sur les plateaux, soit dans les lits des rivières desséchés (**LAFONT, S.D**).La destruction des oothèques s'obtient en labourant les terres sur 10 à 15 cm pour atteindre les pontes les plus profondes (**DURANTON et al ., 1982, 1987**).

Les destructions des larves et des jeunes ailés se font par l'utilisation de l'appareil de Corsi. C'est une sorte de sac attaché à un cadre que l'on traîne avec des cordes, pour recueillir les acridiens.

Depuis un temps très éloigné les indigènes du Nord de l'Afrique essayant de disperser les grands vols de criquets en produisant du vacarme de la fumée intense ou en tirant des coups de fusil (**LAFONT, S.D**).

4.3 - La lutte chimique

Les pyréthriinoïdes de synthèse sont dotés d'une toxicité considérable et agissant par contact, ils tuent presque instantanément les criquets par effet choc neurotoxique, permettant de les utiliser à des doses très réduites (10 à 40 g de matière active par ha). Comme les organochlorés, ils tuent l'insecte en bloquant le fonctionnement des canaux sodium indispensables à la transmission de l'influx nerveux.Ils sont généralement destinés à tuer les criquets soit immédiatement, soit après un délai plus ou moins long. Ils sont utilisés contre les invasions et les populations acridiennes après s'être assuré du statut du ravageur, du niveau d'infestation et des surfaces envahies (**RACHADI, 1991**).

Les insecticides sont pulvérisés le matin sur les jeunes criquets.Durant la semaine qui suit leur éclosion, les criquets sont peu agiles, ont les téguments mous, ne sautent pas et restent groupés autour du lieu d'éclosion ; c'est la seule période où l'on puisse employer efficacement les insecticides ; mais il faut connaître les lieux de ponte et opérer le plus tôt possible ; si on attendait plus d'une semaine après l'éclosion, les larves seraient plus agiles et déjà dispersées dans les cultures. On fait varier le degré de concentration avec l'âge des larves ; les larves tous jeunes ayant des téguments mous peuvent être tuées avec une dose plus faible que pour des larves âgées. (**LAFONT, S.D**).

Dans l'armement moderne en préparation pour la lutte antiacridienne, citons une catégorie de produits à base d'hormones, connue sous le terme de régulateurs de croissance des insectes (ou IGR). Ces produits organiques de synthèse, de la famille des benzoyl urées tels que le téflubenzuron, le triflumuron, et le diflubenzuron, Ceux-ci bloquent la capacité des larves de muer correctement, inhibent le processus d'élaboration de la chitine, principale composante de la cuticule,engendrant des malformations structurelles et fonctionnelles. Ils n'ont aucun effet toxique direct sur les vertébrés. Ils agissent essentiellement par ingestion et tuent les larves au moment de la mue. Le Fénoxycarbe, accroissent la mortalité et interrompent la métamorphose chez *L. migratoria capito* (**DORN et al. , 1994**). L'action acridicide est différée, en revanche, la persistance du produit peut atteindre quelques semaines (ils doivent être ciblés sur les acridiens à un stade précoce de leur existence, avant qu'ils puissent voler). Cela requiert un niveau avancé de surveillance et de renseignements pour s'assurer que les concentrations de criquets sont éliminées à un

stade précoce (DURANTON et al., 1982 ; CRESSMAN, 2006 ; LUONG-SKORMAND et al., S.D).

4.4 - La lutte biologique

4.4.1 - Les ennemis naturels

L'étude des ennemis du criquet migrateur présente un intérêt double : élucider d'abord un des plus importants facteurs de régression de l'invasion et fournir ensuite des renseignements sur différents insectes parfois très peu connus jusqu'alors. Ces ennemis appartenant pour la plupart à plusieurs ordres des invertébrés sont dénommés parasites.

Souvent, le terme parasite est confondu avec celui du pathogène. On définit les parasites comme organismes qui ne se multiplient ni à l'intérieur ni à l'extérieur de leur hôte.

La possibilité de la lutte biologique contre le criquet a été déjà envisagée depuis plus d'un siècle. Parasites et prédateurs jouent un rôle plus ou moins important dans ce sens. *Acridotheres tristis* était introduit et acclimaté dans l'île Maurice en 1762 pour contrôler les invasions du criquet pèlerin.

Les acridiens migrants sont vigoureusement parasités par toute une série d'endophages ou de prédateurs qui jouent certaines années un rôle important dans la limitation des invasions. Les œufs détériorés, parasités, sont pourris, desséchés et vidés. Ils présentent une couleur différente de celle des œufs sains. Souvent l'agent responsable est encore en place ou à proximité : nématode, champignon, larve de diptère ou de coléoptère (ROEHDRICH, 1951).

4.4.1.1 - Agents pathogènes

Ce sont des organismes qui provoquent des maladies (bactéries, virus et champignons) (CLOUTIER et CLOUTIER, 1992).

Bactéries et rickettsies

Les familles des bactéries les plus nuisibles sont : Bacillaceae, Pseudomonaceae, Enterobacteriaceae et Micrococcaceae (GREATHEAD et al., 1994). La bactérie *Coccobacillus acridarium* parasite *L.migratoria danica*. Les symptômes de liquéfaction du contenu intestinal devenant noirâtre, de raidissement des pattes postérieures, et un corps flasque. (GRASSÉ, 1924 ; DURANTON et al., 1982 ; GREATHEAD et al., 1994) notent que les bactéries du genre *Xenarthabodus* (Enterobacteriaceae) sont tous entomopathogènes. Elles se trouvent dans le sol associées à certains nématodes. D'après KEITH et KEVAN(1992), l'acridien infecté cesse de s'alimenter et s'agiter (DURANTON et al., 1987).

Les Rickettsies sont un genre de bactéries. Ce sont des parasites obligatoires principalement rencontrés chez les arthropodes qui en sont les vecteurs. Elles sont cultivées sur des cellules eucaryotes embryonnaires ou sur des animaux et ne peuvent pas être cultivées sur milieu synthétique. *Rickettsiella grylli* infecte principalement les criquets et les sauterelles. La maladie, observée aussi bien chez les larves que chez les adultes, se traduit par un gonflement de l'abdomen, par une altération des membranes intersegmentaires et par un port anormal de la tête qui reste inclinée vers la face ventrale du corps des insectes adultes. Elle conduit à la mort après un temps d'évolution très variable (WEISS et al., 1984 ; VAGO et MEYNADIER, 2006).

- Virus

Les virus isolés à partir des criquets malades appartiennent à la famille des Proxviniidae (*Entomopox virinae*), Baculaviridae, Iridoviridae et Picomaviridae (**PURRINI et KOHRING ,1988; KEITH et KEVAN, 1992 ; GREATHEAD et al ., 1994**).

- Champignons

Ils causent des maladies de façon très apparente (**KEITH et KEVAN, 1992 ; VEEN(1968)** in **DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994**), citent les champignons :

- *Metarhizium anisopliae* :le criquet migrateur, par l'entremise de la thermorégulation, développe une fièvre comportementale quand il est infecté par le champignon (**OUEDRAOGO, 2005**). Le champignon fore à travers les exosquelettes des criquets et détruisent leurs tissus de l'intérieur. Il met plusieurs jours à tuer les acridiens. Il est aussi relativement coûteux et a une durée de conservation très courte sous sa forme normale, c'est-à-dire liquide et prête à pulvériser. L'essai réalisé en Algérie a été mené dans des conditions de température optimale qui ont favorisé le développement du champignon. D'autres essais doivent être réalisés dans des conditions moins idéales afin d'évaluer le potentiel du produit et ses limites (**CRESSMAN, 2006 ; HEMOUR ,2009**).
- *Metarhizium flavoviridieet Beauveria bassiana* : provoquent une diminution du nombre des différentes catégories de cellules sanguines de l'hémolymphe des larves âgées et des adultes de *L. migratoria* ainsi que des altérations structurales marquées (**TRABUT, 1991 ; HALOUANE et al ., 2001 ;KAIDI ,2007**).
- *Beauveria tenella* : est décrite par comme étant la plus prometteuse pour une utilisation en lutte microbiologique à cause de sa virulence (**LATCHININSK Y et LAUNOIS-LUONG ,1992**)
- *Fusarium acridiorum* : Bloquent la trachée en asphyxiant l'hôte (**KEITH et KEVAN, 1992**).
- *Beauveria brongniartii* : Le champignon entomopatogène provoque une infection chez leur hôte en formant des tubes de germination de conidies. Ceux-ci pénètrent ensuite, par le tégument, dans la cavité abdominale de l'insecte où intervient la multiplication des champignons.L'insecte meurt d'une destruction des tissus consécutives à la mycose ou encore, ce qui se produit plus rarement, sous l'effet de mycotoxines (**BRADY, 1979 ; KRIEG et FRANZ, 1989**).
- *Sorospora sp* : Cette espèce est originellement trouvée sur des larves de lépidoptères.Selon (**WELLING et al . , 1995**), *Sorospora* a récemment été identifié sur des criquets, à Madagascar. Une mycose causée par le champignon *Sorospora sp* a été observée à Madagascar chez le criquet migrateur *Locusta migratoria capito*. La multiplication du champignon dans le corps des criquets entraîne la formation de spores rouge-briques. *Sorospora sp* semble être un agent pathogène des criquets important et fréquent à Madagascar.

4.4.1.2 - Parasites

- Protozoaires

Les familles des protozoaires les plus nuisibles sont Amoebidae, Nosemalidae,Neogregarinidae et Engregarinidae.

- *Malamoeba locustae*: Cette espèce infeste les tubes de Malpighi de *Locusta migratoria*, et de *Melanoplus* spp (KING & TAYLOR, 1936).

Nosema locustae : Selon CANNING (1953) et KEITH et KEVAN (1992), *Nosema locustae* convient mieux à la réduction à long terme des populations de *Locusta migratoria migratoridoïdes*. et de *Schistocerca gregaria*. qu'à une lutte à court terme.

- *Johenrea locustae* : Elle s'attaque à *Locusta migratoria capito*(Madagascar) en causant (LANGEC et al., 1996).

La plupart des protozoaires entomopathogènes ont déjà été décrits. Les spores de ces agents pathogènes possèdent un processus infectieux tout à fait caractéristique, car ils infestent l'intestin et d'autres organes vitaux (corps adipeux, ovaires, tubes de Malpighi ou hémolymphe) (KEITH et KEVAN, 1992).

- Nématodes

Les nématodes sont des parasites ayant un impact sur la physiologie et la survie de l'hôte. Ces nématodes parasitent les criquets en déposant leurs œufs sur les feuilles des végétaux après la pluie ou en présence d'une forte rosée matinale. Une fois ingérés, ces œufs éclosent et se développent à l'intérieur des criquets. Les différentes familles de nématodes qui s'attaquent aux criquets migrants sont : Subuluridae, Rictulariidae, Physalopteridae, Spiruridae, Diplotraenidae, et Acuariidae. GREATHEAD (1966a) in KEITH et KEVAN (1992) a mentionné que parmi les Mermithidés qui parasitent les criquets on cite : *Steinenema sp.*, *Heterorhabditis sp.*, *Heterorhabditis megidis*, *Steinemema feltiae* et *Mermis nigrescens* (ROERICH, 1951 ; CONDON et GORDON, 1977; PRIOR et GREATHEAD , 1989 ; ODINDO, 1991; VAN SAMBEEK et WIESNER, 1999).

Agrmermis decaurdata réduit fortement les ovaires des orthoptères infectés (GRASSÉ, 1969).

- Acariens

Les acariens sont considérés comme étant des parasites secondaires des acridiens. Les plus connus sont *Trombidium parasitica* qui est un acarien ectoparasite prédateur de larves et d'adultes (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994). On rencontre aussi *Euthrombidium* sur le cou ou les membranes articulaires à la base des ailes ou les valves génitales ou les membranes intersegmentaires. Les acariens adultes s'attaquent aux œufs dans les oothèques.

4.4.1.3 - Les prédateurs

- Les prédateurs invertébrés
 - Arachnides

Les scorpions, les araignées et les galéodess'attaquent aux criquets. (GREATHEAD et al., 1994). DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994), signalent que les deux espèces *Androctonus australis* et *A. amoreuxi* qui se trouvent dans le Sahara d'Algérie à Adrar s'attaquent aux orthoptères.

- Insectes

1. Mantoptères

Les espèces *Rivetima fasciata* et *Sphodramantis viridis*, *Iris oratoria* et *Blepharopsis mendica* s'attaquent aux orthoptères (**CHOPARD, 1943 ; DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994**).

1. Coléoptères

La plupart des coléoptères sont des larves de méloïdés. Elles sont de couleur plus foncée, avec un corps segmenté, portant trois paires de pattes et des pièces buccales visibles et les œufs d'acridiens sont généralement, dans ce cas, entièrement détruits (**POPOV et al., 1990**). Parmi les coléoptères, il y a lieu de signaler en premier lieu les genres *Mylabris* et *Zonabris*, dont les larves évoluent à l'intérieur des oothèques (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1936 ; ROFFEY (1998) in KEITH et KEVAN, 1992**).

Saprinus ornatus (Col., Hesteridae), est une espèce oopophage d'acridiens (**BONFILS et al., 1980**). **GREATHEAD et al. (1994)**, notent que *Trox procerus* (Coleoptera, Trogidae) a été vu par POPOV se rassembler autour d'un essaim en ponte.

1. Hyménoptères

Parmi les principaux parasites d'œufs d'acridiens, on retiendra les *Scelio spp.*, hyménoptères Scélionides. Dans la plupart des cas, ce sont des hyménoptères se trouvant à proximité immédiate des champs de pontes des criquets qui les parasiteront. Dès qu'une femelle de criquet a pondu, le *Scelio* pénètre par le bouchon spumeux et dépose ses œufs au-dessus de la masse ovigère. L'œuf parasité est plus sombre et plus opaque que l'œuf sain. Le temps de développement du *Scelio* est plus long que celui de son hôte. Chez *Locusta migratoria*, *Scelio sudanensis* est encore en pupaison dans l'oothèque du criquet 15 jours après le début du parasitisme (**POPOV, 1959 ; POPOV et al., 1990 ; GREATHEAD et al., 1994**).

Scelio fugidus, est un hyménoptère qui parasite les œufs aussi.

Deux espèces de *Scelionidae* (Hyménoptères, Proctotrypidés) ont été obtenues à partir des oothèques récoltées, il s'agissait de deux espèces *Scelio sudanensis* et *Scelio remaudierei*. Au moment de la récolte, les larves de *Scelio* occupaient déjà tout le volume des œufs de *Locusta* (**STEEDMAN, 1988**).

D'après **PRIOR et GREATHEAD (1989)**, le Scelionidae est un hyménoptère prédateur des larves et des adultes des locustes. Parmi les prédateurs on trouve les Formicidae et Sphecidae (**BONFILS et al., 1980**).

KEITH et KEVAN (1992), notent qu'un essaim de *L. migratoria* avait été attaqué par ce que l'on suppose être des guêpes de la Chine nommée *Sphex subfuscatus* (**POPOV et al., 1990**).

1. Diptères

Les diptères sont des parasites internes trouvés à l'état larvaire dans la cavité générale du criquet. Ils appartiennent généralement à la famille de : Nemestrinidae, de Sarcophagidae, de Tachinidae et de Muscidae (**GREATHEAD et al., 1994**).

Parmi les parasites des œufs, il y a lieu de citer de nombreux diptères, notamment les *Anthrax* (*Anthrax fenestrata*), dont les larves ovulent à l'intérieur des oothèques qu'elles vident totalement de leurs œufs.

Les larves de diptère sont, pour la plupart, des Bombylides, des Curtonotides et des Calliphorides. Les asticots sont d'un jaune clair, leur corps est segmenté et sans pièces buccales apparentes. Même en leur absence on peut déceler leur action par des fragments

d'œufs qui ont été vidés de leur contenu (**POPOV et al.**, 1990, **GREATHEAD et al.**, 1994).

ROEHRICH (1951), signale deux espèces de diptères dont les larves vivent en parasitoïdes à l'intérieur de la cavité de *L.migratoria.danica*, et d'après **AHMED (1996)**, *Stomorphina lunata* (Calliphoridae) est un prédateur des œufs de *L.migratoria* qui parasitent tous les orthoptères. *Locustaevora migratoriae* Rohd (*Sarcophagidae.*), est un diptère qui s'attaque aux ailés en décolorant leur cuticule de l'abdomen et leur pronotum.

Divers Sarcophagides ont été obtenus à partir de cadavres de *Locusta*; c'est le cas de *Wohlfalirtia smarti*, cette espèce est considérée comme un parasite vrai (**REMAUDIÈRE, 1954**).

D'après **CHABOUSSOU et al (1948)**, ces ravageurs sont contrôlés efficacement par deux diptères sarcophages *Gesneriodes lineata* et *Acridomya saccharovi*.

- Les prédateurs vertébrés
 - Les reptiles

Les criquets migrateurs sont accessibles aux gros reptiles, mais les jeunes qui sont très tendre, conviennent à tous les reptiles insectivores.

Lacerta viridis, *Acanthodactylus paradalis*, *Agma mutabilis*, *Physignathus cocincinus* dévorent des larves de *L.migratoria* (**DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994**). Les canthodactyles en consomment les larves et les adultes des criquets (**GREATHEAD, 1991**).

- Les oiseaux

Les oiseaux limitent la population des acridiens, on peut citer les rapaces nocturnes, la cigogne blanche et le héron garde bœuf. (**DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994**).

RACKHAM (1940) in KEITH et KEVAN(1992), fait remarqué les étourneaux rosés *Pastor rosens*. Il a été signalé la présence de *L.migratoria* dans le régime alimentaire de la Chouette effraie (**BAZIZ, 1996 ; MAMMERI, 1996**).

L'action des oiseaux peut être considérée complémentaire de celle du bétail. **DUHART et DESCAMPS (1963)**, signalent que les bandes de larves étaient repérables de très loin grâce à la présence de nombreux Hérons Garde-Bœufs (*Bubulcus ibis* L.).

L'influence des Oiseaux prédateurs a été précisée. Parmi eux, *Merops nubicus* a une importance capitale. Cette espèce s'attaque seulement aux insectes en plein vol et on la rencontre dans toutes les circonstances capables de provoquer l'envol de ceux-ci.

Ainsi que le montrent les dissections et le comportement des Mérops, *Locusta migratoria* est ici le plus volumineux acridien auquel ils s'attaquent. Bien que *Merops nubicus* ne constitue pas un prédateur spécifique du criquet migrateur africain, son rôle dans la limitation de cet acridien peut être de la plus haute importance économique ; comme dans le cas de nombreux prédateurs, ce rôle est sans doute relativement plus considérable vis-à-vis des populations de solitaires qu'il ne l'est vis-à-vis des essaims (**REMAUDIÈRE, 1954**). Parmi les oiseaux qui accompagnent souvent en nombre considérable les bandes d'invasions et n'hésitent pas non plus à déterrer les pontes pour s'en nourrir, on a les Alouettes et les Étourneaux, *Merops nubicus*, *Lissotis melanogaster*, *Chelictinia riocourii*, *Ciconia ciconia*, *Bubulcus ibis* (**BALACHOWSKY et MESNIL, 1936 ; DUHART et DESCAMPS, 1963 ; DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994 ; SETBEL, 2003**).

- Les mammifères

Porcs domestiques pour lutter contre les criquets locustes en déterrants leurs oothèques, ainsi que le chacal doré, le renard roux, le chat sauvage et le hérisson (**STEEDMAN, 1988 ; KEITH et KEVAN, 1992**).

4.4.2 - L'utilisation des plantes toxiques

L'utilisation des extraits végétaux trouvés dans la nature ayant des pouvoirs toxiques en tant qu'insecticides naturels présentent, par conséquent, un intérêt purement écologique puisque peu nocifs à l'égard de l'environnement. Chez certaines plantes, des produits chimiques sont présents dans leurs tissus et peuvent ainsi intoxiquer des espèces nuisibles. Le refus de consommation par un grand nombre d'insectes à l'égard de certaines plantes hôtes est dû à la présence de substances naturelles répulsives, les dissuasifs, les anti-appétants et/ou toxiques. Les substances bioactives peuvent se trouver dans plusieurs familles botaniques et dans différentes parties du végétal (**REMBOLD, 1997**). Ces composés permettent aux plantes de se prémunir contre les attaques dévastatrices des ravageurs (**FRANKEL, 1959**). Cette stratégie de défense adoptée par les plantes hôtes est toutefois détournée par certains herbivores qui, en parallèle, ont développé des pouvoirs chimiques de neutralisation de ces substances toxiques (**BLUM, 1983 ; BEZAZE, 2006**).

Les extraits végétaux ont une action lente et une mortalité incomplète ; leur disponibilité sur le marché est faible. La lutte biologique en utilisant les plantes toxiques constitue la méthode la moins toxique pour combattre les insectes nuisibles, sont souvent efficaces contre seulement un insecte ou une classe d'insectes. A cause de cette spécificité, ils ne nuisent pas aux insectes bénéfiques à l'environnement. Les pesticides botaniques sont extraits de racines, feuilles ou fleurs de plantes qui ont des propriétés insecticides. Leur vie est très courte dans l'environnement; ils peuvent se dégrader sous les rayons du soleil, jusqu'à devenir des sous-produits non dangereux. Toutefois, l'effet toxique des pesticides botaniques peut durer entre 3 heures à plusieurs semaines, selon la substance utilisée. Ils peuvent se révéler extrêmement efficaces si on les utilise à bon escient. En Europe ; les insecticides d'origine végétale ont connu un développement important entre les deux guerres, avant d'être éclipsés par les insecticides de synthèse. Des cultures à grande échelle de plantes à propriété insecticide furent menées dans les années 50. Ils sont extraits de diverses plantes par macération, infusion ou décoction.

Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie, comme bactéricides, fongicides, acaricides, etc., peuvent être souvent utilisées comme insecticides de remplacement. L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps, en effet le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (**CROSBY, 1966**).

Les substances bioactives peuvent se trouver dans plusieurs familles botaniques et dans différentes parties du végétal :

- Le margousier (lilas de Perse) (*Melia azedarach*)

C'est un arbre de la famille des Méliacées, répandu dans les pays tropicaux et subtropicaux des deux hémisphères. Introduit en Afrique du Nord, il s'y est répandu comme arbre d'ornement depuis le littoral jusque dans les oasis. Les différentes parties de la plante sont connues en pharmacologie comme base de médicaments toxiques, antipyrétiques, vermifuges (**VILOKONSKY, 1937**). Cette espèce se caractérise par la présence d'une substance répulsive qui est le meliantriol (**DOUMANDJI et al. , 2006**). *Melia azedarach* a un effet toxique et répulsif (**PASQUIER et GERBINOT ,1945; DOUMBIA, 1994**).

Le criquet migrateur quoique considéré comme polyphage ne consomme en aucun cas les feuilles de *Melia azedarach* à l'état frais. Ces feuilles provoquent une toxicité aigue (**TAIL et DOUMANDJI-MITICHE, 2005**). **VIOLKONSKY (1937) et DOUMBIA (1994)** ; mentionnent le mélia dans la liste des végétaux épargnés par *Locusta migratoria*.

Le margousier contient beaucoup de triterpénoïdes comme le neem mais a été peu étudié du point de vue chimique et n'a pas la réputation du neem en Inde, bien qu'on lui connaisse des propriétés insecticides; un extrait hydro-alcoolique de ses feuilles déprimerait le système nerveux central et serait analgésique.

- Melia (*Melia volkensii*)

Les fruits de l'arbre de l'Afrique de l'Est *Melia volkensii* (Gurke) contiennent des composés terpénoïdes dont l'action insecticide est bien établie. Ce sont une source abondante d'inhibiteurs de croissance pour les insectes. Le groupe de composés bioactifs le plus étudié est celui des azadirachtines, qui interviennent dans la régulation neuroendocrinienne des hormones (**REMBOLD, 1994**). Des extraits concentrés de *M. volkensii* appliqués à fortes doses causent la mort des locustes ou diminuent leur forme physique en provoquant une paralysie de leurs muscles squelettiques sans toutefois affecter les tubes de Malpighi ou la pulsation du coeur dorsal. Les effets obtenus varient en fonction de la température ambiante. Les doses réduites sont d'autant plus efficaces que la température est élevée, d'où une meilleure efficacité de *Melia volkensii* contre les locustes dans les zones désertiques chaudes (**MWANGI et al ., 1997**).

- Le neem (*Azadirachta indica*)

Les extraits provenant d'*Azadirachta indica*, connus depuis longtemps pour leurs effets répulsifs et antiappétants contre les insectes, présentent également des propriétés antiacridiennes intéressantes. L'azadirachtine possède des propriétés insecticide et répulsive sur plus de 200 espèces d'insectes de 6 ordres différents et a des propriétés fongicides (**NASSEH et al. , 1992**). Elle agit par contact et ingestion. Le produit se dégradant sous l'action de la lumière, il est conseillé de traiter en fin de journée. Une fois qu'ils ont ingéré cette substance, les insectes cessent de se nourrir et meurent en l'espace de quelques jours. Des extraits de fruits, de feuillages ou d'écorce protègent efficacement les cultures des attaques d'acridiens. L'effet anti-appétant d'*Azadirachta indica* (neem) et les conséquences létales de la consommation de cet arbuste sur *Locusta migratoria* ont connus depuis longtemps (**MORDUE et al , 1986 ; MORDUE et BLACKWELL, 1993**). Appliqués directement sur des larves et sur des imagos de criquets pèlerins, ces extraits végétaux provoquent une mortalité élevée au bout de deux semaines, retardent la croissance et la maturation sexuelle, réduisent considérablement le taux de reproduction, et provoquent de nombreuses malformations (**REMBOLD., 1997**). Comme le mélia, il appartient à la famille des Méliacées. Pour la phytoprotection, le composé secondaire qui est l'azadirachtine, un triterpénoïde extrait des feuilles, des fruits, ou des graines de cet arbre inhibe la prise de nourriture chez les criquets et permet de protéger temporairement les cultures Il agirait à la fois sur la croissance et le développement de l'insecte (croissance larvaire, mue) et comme facteur anti nutritif. *Il agit aussi en paralysant le mouvement naturel de l'intestin provoquant le dépérissement des insectes puisqu'ils ne peuvent plus ni vider leur intestin ni manger, il perturbe une partie du système hormonal qui gère le passage de l'état de larve à celui d'adulte (métamorphose). Sous l'action de cette substance, les insectes prêts à éclore ne peuvent pas se défaire de l'exuvie (peau de la pupa). Utilisé aux doses efficaces, il ne présente aucun risque important pour la plupart des organismes non ciblés comme les abeilles,* (**BELAYNEH, 2001;BADARA, 2005**).

· Le pois mascate (*Mucuna pruriens*)

Les actions par contact ou ingestion d'extraits alcooliques et acqueux de racines de *Mucuna pruriens* ont été étudiées, à la fois sur le Criquet pèlerin et sur le Criquet migrateur. Les doses efficaces ont été précisées. L'activité d'extraits de racines stockées pendant des temps variables (de 1 à 3 ans) a été vérifiée. On a également évalué un possible effet synergique avec des doses sub-létales de la combinaison des extraits de *Mucuna* avec des extraits de neem (insecticide végétal classique en lutte antiacridienne). Cette plante provoque un retard de la mue imaginale, un blocage du développement ovarien et un retard de la ponte chez les femelles, une réduction de l'activité physique (immobilité, tremblement des appendices), une diminution du poids et une perte en eau sous forme de fèces humides (**ABASSI et al**., **2003**).

Chapitre II : Matériel et méthodes

I. Matériel

1. - Le matériel animal

1.1 - L'élevage du criquet migrateur *Locusta migratoria* au laboratoire

Notre étude est menée sur les larves et les imagos migrants de *Locusta migratoria* provenant d'une souche récoltée dans le sud algérien de la région d'Adrar en 2008 par Mr SID AAMEUR Ahmed, étudiant de deuxième année de Magister à l'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach. L'élevage de masse de criquet migrateur est conduit au laboratoire du département de Zoologie Agricole et forestière. Les criquets sont élevés dans des cages grillagées. Les criquets nécessiteront d'être séparés selon leur stade pour éviter tout risque de cannibalisme. En effet, même si le cannibalisme est moins répandu que chez ces derniers, ils sont très vulnérables lors des mues et les pertes seront ainsi limitées en séparant les différents âges.

1.1.1 - Elevage de masse des adultes

L'élevage en masse des adultes est réalisé dans des cages parallélépipédiques de 151 cm de long, 55.5 cm de large, et de 70 cm de haut (**Fig.16**). La cage est munie sur sa face frontale d'une petite porte coulissante qui permet de nettoyer et de déposer la nourriture, à support en bois. Cette face est recouverte par du tulle en plastique à mailles grosses. Ces cages peuvent accueillir jusqu'à 100 adultes. Le fond de la cage comporte 9 ouvertures circulaires où sont placés des pondoires remplis de sable bien humidifié et stérilisé dans l'étuve pendant 24 heures qui sera prélevé et remplacé deux fois par semaine.

La chaleur est essentielle : on installe deux résistances chauffantes et deux ampoules à incandescence de 15-40W sont situées au centre de la face supérieure de la cage et sont reliées à un variateur de puissance électronique. Ces insectes sont soumis à un photopériodisme de 12h de lumière et 12h d'obscurité, qui est assuré par un régulateur pour le temps d'éclairage journalier, à une température de $31 \pm 2^\circ \text{C}$, et une humidité relative de $40 \pm 5\%$. En cas de chute de la température à 25°C , les mues seront difficiles, les œufs éclorement moins vite, et les adultes périront. L'humidité doit rester faible. L'aération doit être importante pour éviter toute condensation, cela leur est néfaste. La nourriture est constituée de gazon (*Stenotaphrum americanum*), et de l'avoine stérile (*Avena sterilis*) récoltés quotidiennement à l'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach, et d'un complément protéique constitué par du son de blé.

1.1.2 - Elevage de masse des imagos

L'élevage en masse des imagos est réalisé dans des cages parallélépipédiques grillagées plus hautes que larges. Elles sont de 51 cm de long, 49 cm de large, et de 71 cm de haut (**Fig.17**). A l'exception de la face frontale des cages, les autres faces sont en bois. La cage est munie sur sa face frontale d'une petite porte qui permet de nettoyer et de

déposer la nourriture. Cette face est recouverte par du tulle en métal à mailles fines. Ces insectes sont soumis aux mêmes conditions d'élevage que les adultes.

1.1.3 - Elevage de masse des larves

Le suivi du développement des différents stades larvaires a été effectué séparément dans des cages parallélépipédiques de 39.5 cm de long, 32 cm de large, et de 36 cm de haut (**Fig.18**) pour les larves du premier, deuxième et troisième stade, et dans des cages de 50 cm de long, 30 cm de large, et de 30 cm de haut (**Fig.19**) pour les larves du quatrième et cinquième stade. Les cadres des cages sont en bois. Toutes les faces sont couvertes par de la toile moustiquaire à mailles fines. La face frontale est munie d'un système d'ouverture à glissière situé au centre. Le régime alimentaire des larves et les conditions d'élevage sont semblables à ceux soumis aux imagos et aux adultes.

1.1.4 - La ponte

Après l'accouplement ; les femelles mûres de *Locusta migratoria* sont prêtes pour pondre. Les oothèques sont déposées dans des pondoirs en plastique de forme ellipsoïdale contenant du sable humide à une hauteur supérieure à 10 cm. Après la ponte, le pondoir est retiré et la masse ovigère est récupérée puis isolée dans une autre boîte en plastique contenant du sable semi-humide, ce qui nous permet de suivre l'incubation et l'éclosion des œufs sans perturber la femelle pondreuse, couvrir d'un morceau de tulle moustiquaire pour ménager une certaine aération. Le contrôle quotidien de l'humidité du sable et des éclosions des œufs est nécessaire, afin d'éviter le dessèchement des œufs et la mort des larves néonates. Chaque femelle pond entre 3 et 5 oothèques de 40 œufs en moyenne. Les larves issues des œufs fécondés et les adultes seront placés dans une autre cage et élevés selon les conditions décrites. La température est de $31 \pm 2^\circ \text{C}$, et l'humidité relative est de $40 \pm 5\%$. Certaines femelles ont un comportement anormal car elles déposent leurs oothèques hors du pondoir (**LAUTIE ,1978**). L'éclosion survient à 33°C , 10 à 15 jours au plus tard après la ponte (**COUNTIN et HOGREL, 1998**).



Fig.16- Cage d'élevage des adultes (Original, 2010)



Fig.17- Cage d'élevage des imagos (Original, 2010)



Fig.18- Cage d'élevage de larves du premier et deuxième stade (Original, 2010)



Fig. 19- Cage d'élevage des larves du troisième, quatrième et cinquième stade (Original, 2010)

1.2 - Les conditions d'élevage

Les conditions d'élevage sont les mêmes pour les larves, imagos et les adultes. A la face supérieure de la cage sont fixées deux lampes qui assurent un éclairage contrôlé. L'utilisation d'une minuterie programmable permet d'instaurer à l'intérieur de la cage une photopériode de 12 heures d'éclairage et de 12 heures d'obscurité.

L'élevage est soumis à une température de 31 ± 2 ° C. Cette température est largement préférable, et indispensable à la reproduction. La chaleur devra être assurée par des résistances pendant 24h. Des récipients en verre contenant de l'eau assurent une humidité relative de 40 ± 5 % (COUNTIN et HOGREL, 1998).

1.2.1 - L'entretien

Cet élevage est très astreignant lorsque l'on recherche à obtenir beaucoup d'individus car il nécessite de très fréquents nettoyages des cages pour éviter toute prolifération de parasites. L'entretien ne nécessite pas énormément de travail mais doit être fait tous les jours. Une bonne hygiène indispensable à tout élevage est conservée. Le nettoyage du fond de la cage est fait quotidiennement. Nettoyer les récipients dans lesquels on met l'eau et le son de blé, ôter les excréments et surtout les individus morts, changer la nourriture, enlever les mues, ce qui demande un peu de temps sans que cela soit excessif. Ne pas laisser d'herbe non consommée. Humidifier les pondoires en suffisance tous les jours. Après la ponte, on retire les pondoires et on place les oothèques dans d'autres boîtes maintenues à une température de 31 ± 2 ° C. Une dizaine de jours plus tard, les petites larvules sortiront et ne seront pas ainsi dévorées par les adultes. Il est impératif de faire stériliser ce sable pour éliminer les micro-organismes qui apporteraient une mauvaise hygiène et seraient néfastes à l'éclosion des œufs. Il faut garder le pondoire humide, le reste se fera tout seul sans aucune intervention extérieure (HARDOUIN et MAHOUX, 2003).

1.2.2 - La nourriture

La nourriture est un facteur écologique important dont la qualité et l'accessibilité joue un rôle important en modifiant divers paramètres de populations telles que la fécondité, la longévité, la vitesse de développement et le taux de mortalité. Le criquet migrateur se nourrit essentiellement à base de graminées comme le gazon (*Stenotaphrum americanum* (**Fig. 20**), et de l'avoine stérile (*Avena sterilis*) (**Fig. 21**), qui doivent être renouvelées quotidiennement, et du son de blé (**Fig.22**). La nourriture est déposée dans des bocaux contenant de l'eau.

Cette espèce trouve toute l'eau qui lui est nécessaire dans la nourriture fraîche. Les criquets peuvent survivre un certain temps avec uniquement du son de blé et de l'eau.

Le son de blé est constitué principalement de cellulose, de protéines, de sels minéraux, de lipides et de vitamines. Le grain de blé se compose essentiellement de 12 à 18 d'eau %, 63 à 74,5 % de glucides (amidon et sucres), 8 à 12 % de protéines (gluten), 1,5 à 2 % de lipides, 2,5 à 3 % de cellulose, et 1,5 à 2 % de matières minérales.



Fig.20-Le gazon (*Stenotaphrum americanum*)(Original, 2010)



Fig.21 L'avoine stérile(*Avena sterilis*)(Original, 2010)



Fig.22- Son de blé (Original, 2010)

2 - Le matériel végétal : le laurier rose (*Nerium oleander L*)

2.1 - Présentation de la plante utilisée dans les essais d'efficacité

Les plantes utilisées pour nos essais insecticides sont récoltées de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA).

2.1.1 - La classification classique du laurier rose (*Nerium oleander L*)

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Asteridae
- Ordre : Gentianales
- Famille : Apocynaceae
- Genre : *Nerium*
- Espèce : *Nerium oleander*

2.1.2 - Synonymes

Laurose, nérion, Rosage, Oléandre, Rhododaphné, Rhododendron de Pline, Laurelle, Nérier, Nérier à feuilles de laurier, Canne de Saint-Joseph, Belladonna (MAHMOUDI, S.D).

2.1.3 - Noms botaniques (Noms latins)

Le laurier rose est connu sous les noms botaniques suivants : *Nerium oleander L.*, *Nerium rhododendrum* Dod, *Nerium grandiflorum* Desf (MAHMOUDI, S.D).

2.1.4 - Noms vernaculaires (Noms locaux)

Le laurier rose est connu sous les noms vernaculaires suivants : Defla, Illili, Elel, Aili, Talilit, Anidj, Anini, Ariri, Alidji; nommé aussi au Maroc 'Asa Musa' (Bâton de Moïse) (LELONG, 2008; DELILLE, 2007; LEWONCZUK, 2004; LORGUE et al, 1987; BONNIER et DELAYENS, 2001; FROHNE et PFÄNDER, 2005; MAHMOUDI, S.D).

2.1.5 - Noms anglais

Oleander, Rose laurel, Common pink oleander, Rose-bay (LELONG, 2008; FROHNE et PFÄNDER, 2005; MAHMOUDI, S.D).

2.1.6 - Généralités sur la famille des Apocynacées

La famille des Apocynacées est une famille de plantes dicotylédones. Ce sont, pour la plupart, des lianes ou des plantes herbacées, quelques arbres ou arbustes, à latex, à feuilles persistantes, des régions tempérées à tropicales. C'est une famille cosmopolite. Aujourd'hui cette famille donne de nombreuses plantes ornementales ainsi que des plantes médicinales. La prune du Natal est le fruit comestible de *Carissa carandas*. Le latex de certaines espèces du genre *Pachypodium* était utilisé par les bochimans pour empoisonner leurs pointes de flèches. Cette famille comprend 1500 espèces réparties en près de 424 genres (ENGEL, 1984 ; ANONYME, 2009).

2.1.7 - Description botanique et aire de répartition

Le nom latin *Nerium* où il désigne l'espèce, vient du grec 'nêris' mot désignant cet arbuste, mot qui serait issu de 'nerion', 'nerón' qui désigne l'eau confirmant ainsi sa prédilection pour les lieux humides et sa présence le long des cours d'eau. *Nerium* un nom qui pourrait venir aussi de 'Nereus', le dieu de la mer Egée et de la mer Méditerranée, un sage vieil homme qui avait le pouvoir de changer de forme et de prédire l'avenir, ce sage aurait sauvé de nombreux navires en perdition. Son nom spécifique *oleander* vient de l'italien de 'oleandro' qui vient du latin 'olea' qui désigne l'olivier faisant référence à la ressemblance des feuillages.

Ce splendide arbuste est portant une plante vénéneuse peu aimable, nuisible aux hommes et aux bêtes. Cet arbuste est commun dans toute l'Algérie (DELILLE, 2007). Tous les organes de *Nerium oleander* renferment des hétérosides cardioactifs. Des intoxications dues à l'ingestion de laurier rose comme abortif ont été décrites autrefois (ENGEL, 1984).

Le laurier rose appartient à la famille des Apocynacées. On le range souvent dans la liste des plantes dites d'orangerie (jasmin, bougainvillée, figuier, citrus...) que l'on cultive en véranda. Il est originaire du pourtour méditerranéen. Cette importante famille tropicale n'est représentée au Sahara, comme dans le Sud de l'Europe, que par cette espèce.

C'est un arbuste très glabre à tiges érigées (Fig.23). Il est de 2 à 5 m de hauteur, au feuillage persistant, allongé et coriace, aux fleurs qui s'épanouissent en bouquets à l'extrémité des branches, légèrement parfumées; elles fleurissent du printemps à la fin de l'été. Feuilles persistantes, pointues, s'amincissant en pétiole, enroulées au bord; grosse nervure centrale et nombreuses nervures latérales (Fig.24). De couleur vert foncé. Calice à 5 lobes; 2 à 3 fois plus court que le tube de la corolle. Ses pétales roses mais parfois blanches ou rouges, sont munis à la gorge d'écailles frangées. Fleurs grandes 3-5 cm, elles sont exceptionnellement blanches, sont régulières et disposées en corymbes terminaux, capsules longues (8-10cm), libérant des graines couvertes de nombreux poils roux (Fig.25). Les fruits capsulaires sont des follicules allongés, striés, renfermant des graines de petite taille, poilues, à aigrette sessile (GRIVSARD et al., 1964; QUEZEL et SANTA, 1963; BOUKEF, 1986; DEJEAN ARRECGROS, 1978; WHITE, 1986; LELONG, 2008; LEWONCZUK, 2004; DELILLE, 2007). Elle habite les lits des Oueds et des courts d'eau asséchés jouxtant la nappe phréatique, rocailles humides et les bords des rivières. Elle couvre le bassin méditerranéen, l'Afrique du nord au bord des oueds (cours d'eau), d'Asie Mineure (Inde, sud-est de la Chine dans la province du Yunnan), de l'Asie du sud-ouest et du Moyen-Orient (Palestine, Syrie), et dans le sud de l'Europe (PODLECH, 1988). Elle se trouve dans toute l'Algérie, dans les montagnes, (QUEZEL et

SANTA, 1963), sur les alluvions et les terrains rocaillieux (MAHMOUDI, S.D; BROSSE, 2004 ; DELILLE, 2007). Elle est rencontrée presque dans tout le Maroc dans les lieux humides, le long des rivières jusqu'à 2000 m(CHARNOT, 1945). Manque au Sud marocain (PODLECH ,1988).Son odeur est nulle et sa saveur très amère et désagréable (DELILLE, 2007).

2.1.8 - Conditions de croissance

Sa croissance est rapide. C'est un arbuste peu exigeant qui supporte le calcaire et les terres un peu pauvres, un sol pas trop sec en été et au printemps. Le sol doit être fertile. Le laurier-rose à grand besoin de soleil. Il est très résistant à la sécheresse mais s'accommode aux climats tropicaux humides, il est sensible au froid. Les lauriers roses résistent facilement jusqu'à -8°C. Ses longues racines lui permettent de chercher l'eau à grande profondeur dans le lit des rivières à sec (AUBINEAU et *al.*, 2002 ; BENISTON, 1984).

2.1.9 - Composition chimique

Le laurier rose est une plante très toxique (BENISTON, 1984). Toutes les parties fraîches sont vénéneuses: bois, écorce, feuilles et fleurs. Ces dernières gardent leur nocivité après ébullition et dessiccation.

Les feuilles, la sève et l'écorce contiennent un principe actif vénéneux à base de glycoside toxique (acide cyanhydrique, comme l'amande amère), particulièrement actif. Le plus connu et le principal hétéroside est l'oléandrine ou 3-O- α -L-oléandrosyl-16-acétylgitoxigénine (0,1% dans la feuille), renferment entre 0,018 et 0,425 % d'oléandrine (BRUNETON, 1993 ;CLAVERIE et HEDDE, S.D ; DANIEL, S.D). L'oléandrine est hydrolysé en oléandrose et en oléandrigénine; il confère à la feuille des propriétés cardiotoniques et diurétiques. Mais il y a plus de 10 autres glucosides cardiaques, y compris: 5 β -cardenolides, 5 α -cardenolides, comme uzangenine, oleandrigénine (16-Acetylgitoxigenine), glucosyloleandrine, gentiobiosyl oleandrine, nerigoside, digitalose/diginose, diginose, gentiobiose-diginose, neridiginoside, neritaloside, odoroside-H, neridienone, proceragenin, digitoxigenin, betaanhydroepidigitoxigenin, Neriumogenin-A-3 beta-D-digitaloside, et odoroside, Rosaginoside dans l'écorce. On trouve également des saponines qui ont un effet irritant sur les muqueuses.

L'oléandrine est un glycoside cardiotonique qui est présent dans toute la plante, y compris dans le nectar des fleurs. C'est un corps résinoïde, jaunâtre, inodore et d'un goût très amer. En intraveineuse, elle provoque immédiatement la mort de l'animal. On prétend que la fumée provenant de rameaux en combustion est toxique (FULLER et MC CLINTOCK, 1986). Dans la plante, la génine existe sous forme de mono- et bi-glucosides, solubles dans l'eau. Ni l'ébullition ni la dessiccation des feuilles ne permet d'inactiver les toxines. Ces produits sont dangereux pour le cœur, en perturbant l'échange K/Na, et en déclenchant une arythmie fatale dans les cas extrêmes, ainsi que des troubles digestifs violents. Quelques feuilles suffiraient à déclencher des troubles graves, une feuille chez les jeunes enfants. L'oléandrine est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone ; faiblement lévogyre ($\alpha_D = - 5^\circ 8$). Il Provoque rapidement des convulsions et une asphyxie mortelle (MAHMOUDI,S.D) .Selon SOMON (1987) le miel provenant du nectar butiné uniquement de cette plante est toxique. La toxicité du laurier rose, celle surtout de la sève laiteuse, est bien connue depuis fort longtemps La formule brut de l'oléandrine est: C₃₂H₄₈O₉ (16b-acetoxy-3b-[(2,6 dideoxy-3-0-methyl- α 2-L-arabino-hexopyranosyl) oxy]-14-hydroxy-5 β ,14 β -card-20(22)-enolide) (AUBINEAU et *al.*, 2002).

L'oleandrigénine, nériine et nérianthine qui ont des propriétés anti parasitocides et raticides, il entre d'ailleurs dans la composition de la mort-aux-rats, autrefois les feuilles séchées et réduites en poudre étaient utilisées comme raticide, ou encore comme insecticide après macération dans de l'huile (ANONYME, 2009). La nériine est très amer, soluble dans l'eau, lévogyre ($\alpha_D = -32^\circ 5$) et faiblement réductrice. Les acides la dédoublent en nérigénine qui est une matière sucrée et amer où le glucose a été caractérisé. Elle n'a pas de fonction lactone (TANRET, 1932).

L'acide oléandrique, obtenu par précipitation de l'oléandrine par l'acide nitrique, est aussi très amer. Aujourd'hui, on considère trois substances responsables de la toxicité, l'oléandroside ou l'oléandrosine, le nérioside ou nériine, le nérianthoside ou onérianthine qui sont des hétérosides cardiotoxiques stéroïdiques. Ces substances diminuent la qualité de transmissibilité de l'influx nerveux. Par hydrolyse, l'oléandroside fournit de l'oléandrose (désoxyméthylpentose) et de l'oléandrigénine ou acétyl-16-gitoxigénine (BIANCHINI et CORBETTA, 1975).

La teneur en hétérosides est maximale au moment de la floraison et décroît sensiblement à l'automne. Les feuilles, les fleurs et les graines sont plus riches en hétérosides que les racines ou l'écorce. Les variétés à fleurs rouges contiennent des teneurs plus élevées en hétérosides que les variétés à fleurs blanches (LEULIER, 1912 ; LEWONCZUK, 2004). D'autres composés pharmacologiquement actifs comprennent folinerine, la rutine, rosagenine, cornerine et oléandomycine. La plante contient également des acides cyanhydriques et acides ursoliques libres (2.8%), Adynérine Cyclitol, Dambonite et des traces de vitamines A, K, et C. Ces hétérosides, proches des hétérosides cardiotoniques de la Digitale pourpre, agissent au niveau cellulaire par de nombreux phénomènes, dont l'inhibition des échanges Na – K au niveau de la membrane cellulaire (blocage de l'ATPase Na – K membranaire) et par augmentation du calcium ionisé disponible au niveau de la myofibrille (BEN SALAH et al., 2000).

2.1.10 - Effets du laurier rose sur l'homme et les animaux

Le laurier-rose est un arbuste dangereux toutes ses parties sont toxiques pouvant en cas d'ingestion provoquer des accidents graves. Les symptômes apparaissent plusieurs heures après l'ingestion d'une quantité toxique tels que les frissons, les diarrhées, les coliques, une faiblesse générale, les maux de tête, les pouls irréguliers, une grande agitation, des palpitations, des vertiges, des douleurs abdominales, des nausées et des vomissements, l'inconscience, des selles sanguinolentes, une irritation gastro-intestinale avec des troubles respiratoires, ralentissement de la fonction respiratoire et irrégularité cardiaque. Certaines des personnes intoxiquées sont mortes Le suc laiteux contenu dans les tiges peut provoquer chez certaines personnes des dermatites de contact. Il est fortement déconseillé de dormir à l'ombre du laurier-rose cela peut provoquer l'apparition de courbatures, sueurs froides et vertiges (DELILLE, 2007; ENGEL, 1984; KINGSBURY, 1964 ; WILSON, 1909) .La consommation des feuilles provoque chez les animaux domestiques des vomissements, diarrhée, stupeur, tremblement, convulsion et paralysie. La dose mortelle pour les ovins est de 1 à 5g. La plante est très toxique, notamment pour les chameaux . Les chevaux y sont particulièrement sensibles (ENGEL, 1984).

2.1.11 - L'emploi du laurier rose

L'emploi du laurier rose est recommandé en usage externe dans l'arsenal thérapeutique populaire. À Kelibia (Tunisie), la poudre de feuillage est réputée être efficace dans les cas de gangrène, alors qu'un rameau tendre frotté sur la partie concernée passe pour

soigner les dermatoses et en particulier l'eczéma. Quelques gouttes de latex sur la plaie sont préconisées dans les cas de morsure de chien. Cette indication dans les affections dermatologiques nous a été également signalée dans les villages du Nord ouest de la Tunisie, où les feuilles de laurier rose sont appliquées en cataplasme pour soigner les plaies, placées sur la tête, les feuilles écrasées auraient une action stimulante sur le cuir chevelu et soulageraient la malade frappé d'insolation. Toujours dans le Nord, le décocté des racines est utilisé en bain de bouche pour calmer les douleurs dentaires. A Jelma, dans le centre du pays, les graines pilées et placées en mèche sont conseillées pour le traitement local des hémorroïdes, et les fumigations des feuilles passent pour guérir l'hémiplégie lorsqu'elle est récente (**BOUKEF, 1986**). En médecine, elle est utilisée en cas de faiblesse cardiaques ; en homéopathie, myocardites, faiblesses cardiaques, angines de poitrine ; maladies intestinales, gourme (**PODLECH, 1988**). L'écorce servait à préparer des insecticides et de la mort-aux-rats (**ENGEL, 1984**).

2.1.12 - Ravageurs et maladies

Un grand nombre de ravageurs peuvent nuire aux lauriers roses. Les dommages infligés aux plantes sont extrêmement variés, car ils dépendent à la fois de leur comportement alimentaire et des modes de prise de nourriture. Certains attaquent les feuilles et les tiges, comme la cochenille du laurier rose *Aspidiotus nerii*, la cochenille tortue des serres *Saissetia coffeae*, le puceron vert et le puceron du laurier rose *Aphis nerii* (**REMAUDIÈRE et al., 1985 ; MARIAU, 1996**). Les symptômes d'une infestation peuvent aller de légères taches, souvent imperceptibles à la mort des plantes, en passant par des altérations de la couleur ou la réduction de la vigueur. Toutefois, l'origine des dommages ne peut être déterminée avec certitude que si le ravageur est localisé et identifié. Les acariens donnent des feuilles décolorées, ternes, et grisâtre avant de se dessécher, avec présence de fines toiles sur la face inférieure, la plante est affaiblie (**MÜHLBERGER et MIGNET, 1999**). Par ailleurs, la sensibilité de la plante aux maladies peut également différer d'une espèce à l'autre. L'*Ascochyta heteromorpha* et *Septoria sp* sont des champignons qui provoquent l'apparition des taches. Par contre *Pseudomonas syringae* est une bactérie qui pénètre dans le laurier rose par des plaies qui peuvent être dues à des chocs (**ALFORD et COMMEAU, 1994**).



Fig.23- Arbuste du laurier rose (Nerium oleander) (original, 2010)



Fig.24- Les feuilles du laurier rose (Original, 2010)



Fig.25- Les fleurs du laurier rose (Original, 2010)

II- Méthodes utilisées

1 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de *Locusta migratoria*

- Principe

Nous proposons dans cette étude de voir les séquences comportementales de *Locusta migratoria* en présence des feuilles fraîches de Laurier rose, ainsi de voir, si ces dernières sont refusées par les criquets.

- Dispositif expérimental

Les criquets sont mis dans des cages de 51 cm de long, 49 cm de large, et de 71 cm de haut. Ces insectes sont mis à jeûner pendant 48 heures afin de leur permettre de vider leurs tubes digestifs et de les affamer. Deux tests ont été réalisés sur ces insectes :

- Le végétal utilisé comme témoin est le gazon : *Stenotaphrum americanum* qui sert à nourrir les larves et les imagos. Le nombre de répétitions est de 3. L'essai est conduit à une température de $31 \pm 2^\circ\text{C}$, à une humidité relative de $40 \pm 5\%$ et une photopériode de 12 L/12 O (L : Lumière / O : Obscurité).
- Le deuxième test consiste à mettre 18 individus de criquet migrateur dans trois cages à raison de 3 couples par cage pour les imagos, et 6 individus par répétition pour les larves du premier jusqu'au cinquième stade, en présence d'une alimentation constituée par des feuilles fraîches du laurier rose (*Nerium oleander*) (**Fig.26**). L'évaluation de l'efficacité des extraits foliaires frais est basée sur les paramètres suivants:
- Le dénombrement des larves et des imagos morts relevés quotidiennement.

La mortalité

La mortalité est le premier critère de jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Le pourcentage de la mortalité observée chez les larves et les imagos témoins et traités est estimé en appliquant la formule suivante :

$$\text{Mortalité observée} = \frac{\text{Nombre de morts}}{\text{Nombre total des individus}} \times 100$$

- La prise de nourriture et le poids moyen des individus

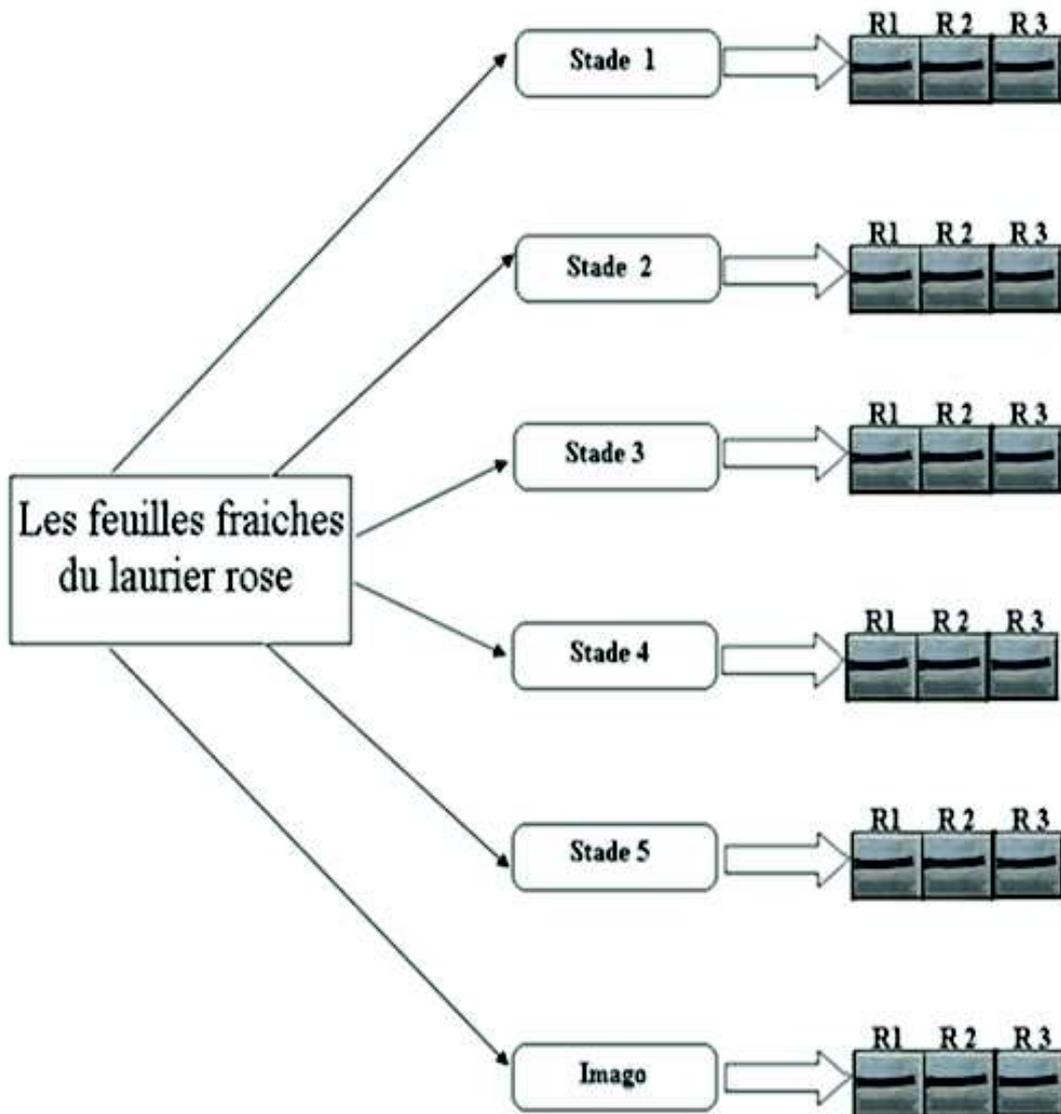


Fig.26- Efficacité des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de *Locusta migratoria* (Original, 2010)

2 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur l'évolution pondérale des larves L5 et des imagos de *Locusta migratoria*

- Principe

Des larves de L5 et des imagos de *Locusta migratoria* ont été alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose. Leurs poids corporels ont été notés quotidiennement pendant 10 jours.

- Dispositif expérimental

Effet du laurier rose (*Nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*Locusta migratoria*) (Acrididae, Oedipodinae)

Les L5 et les imagos sont mis dans des boites de 51 cm de long, 49 cm de large, et de 71 cm de haut. Ces insectes sont mis à jeûner pendant 48 heures afin de leur permettre de vider leurs tubes digestifs et de les affamer.

Le test consiste à mettre 18 individus de criquet migrateur dans trois boites à raison de 3 couples par boite pour les imagos, et 6 individus pour les larves du cinquième stade, en présence d'une alimentation constituée par des feuilles fraîches du laurier rose (*Nerium oleander*). La nourriture composée de feuilles de laurier rose est renouvelée quotidiennement pour les deux stades. La quantité de la nourriture donnée quotidiennement est de 2.5 g pour les L5 et de 4g pour les imagos. L'étude à porté sur les paramètres suivants:

- L'évolution pondérale des L5.
- L'évolution pondérale des imagos.
- Effet sur l'évolution pondérale

Chaque jour, les larves L5 et les imagos mâles et femelles mis dans les différentes boites en présence de feuilles de laurier rose fraîches ont été pesés individuellement pendant 10 jours.

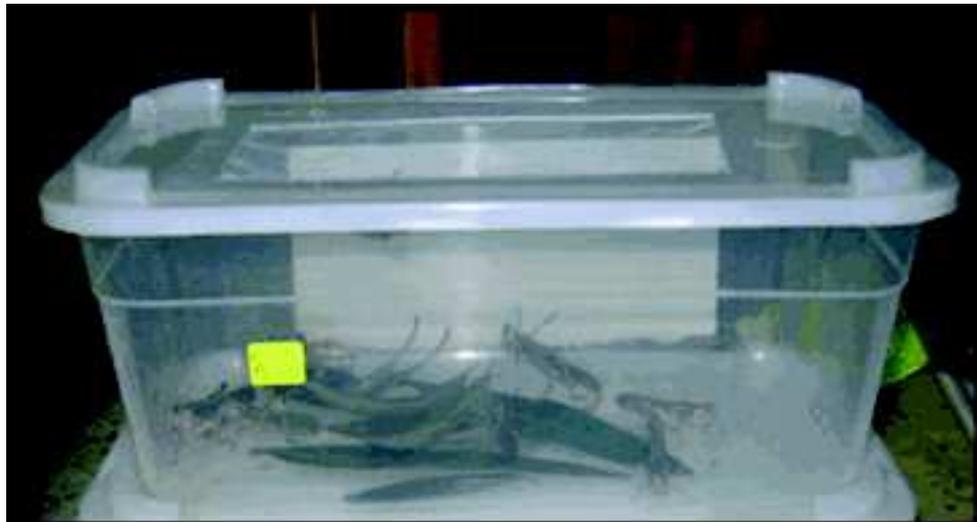


Fig.27-Boites utilisées pour le traitement des imagos (Original, 2010)



Fig.28-Boîtes utilisées pour le traitement des L5 (Original, 2010)

3 - Essai d'efficacité au laboratoire des extraits foliaires sur les larves et les imagos de *Locusta migratoria*

3.1 - Le matériel utilisé pour la préparation des extraits végétaux

La méthode d'extraction utilisée est celle proposée par **AMER et RASMY(1993)** ; **MOMEN et AMER (1994)**. Elle nécessite le matériel suivant :

- Une quantité suffisante de feuilles de laurier rose récoltée à l'état frais.
- Une étuve pour le séchage des feuilles du laurier rose.
- Un mixeur pour le broyage des feuilles.
- Une balance de précision SCALTEC (min 0.001g, Max 220g, d=0.0001, e = 0.001) pour peser la poudre foliaire et le poids des larves et des imagos du criquet migrateur.
- L'acétone est l'un des solvants organiques les plus utilisés.
- Des fioles et des entonnoirs.
- Papier filtre pour la filtration du produit.
- Un rotavapor pour l'évaporation totale de l'acétone.

3.2 - Méthode utilisée pour la préparation des extraits foliaires

La démarche suivie est donnée par **AMER et RASMY (1993)** et **MOMEN et AMER (1994)**. L'opération consiste à mettre les feuilles du laurier rose (*Nerium oleander*) dans une étuve à 60°C pendant 48h. Après séchage, nous avons procédé à leur broyage, ce qui nous a permis d'obtenir une poudre à partir de laquelle nous avons prélevé 100g, que nous avons mis à macérer pendant 24 h dans 200 ml d'acétone. Après filtration de l'extrait foliaire à l'aide d'une fiole et d'un entonnoir, le filtrat recueilli est soumis à une évaporation sous vide dans le rotavapor pour l'élimination totale de l'acétone. Le produit obtenu est un extrait auquel on ajoute 10 ml d'acétone. Ce produit de traitement est la solution mère. Trois doses sont obtenues par dilution de la solution mère :

- **D1** : Solution mère diluée à 50% (10 ml de la solution mère diluée dans 10 ml d'acétone).
- **D2** : D1 diluée à 50% (10 ml de D1 diluée dans 10 ml d'acétone).
- **D3** : D2 diluée à 50% (10 ml de D2 diluée dans 10 ml d'acétone).

Les différentes étapes d'extraction des feuilles du laurier rose se trouvent sur la **figure.29** .

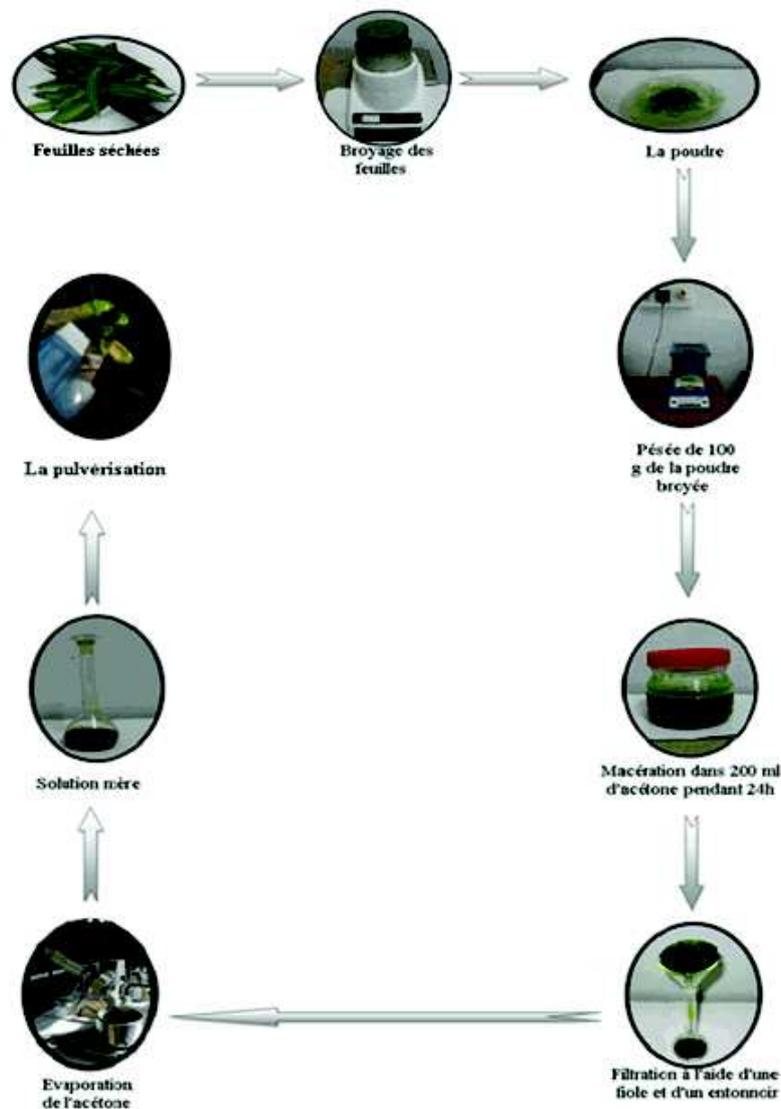


Fig.29- Préparation des extraits végétaux par la méthode proposée par AMER et RASMY (1993) et MOMEN et RASMY (1994) (Original, 2010)

3.3 - Méthode de traitement des larves et des imagos

Dans les trois boîtes des dimensions 51 cm de long, 49 cm de large, et de 71 cm de haut (Fig. 30), 9 couples d'imagos âgés de 24 h sont mis dans les 3 cages, à raison de 3 couples par cage, et 6 individus par cage pour les larves en présence d'une alimentation constituée par du gazon (*Stenotaphrum americanum*). Le nombre de répétitions est de 3.

L'essai est conduit à une température de $31 \pm 2^\circ\text{C}$, à une humidité relative de $40 \pm 5\%$ et une photopériode de 12 L/12 O (L : Lumière / O : Obscurité).

3.3.1 - Traitement par contact

Principe

Le principe de la méthode consiste à pulvériser directement les différents stades larvaires et les imagos de criquet migrateur avec la solution extraite du laurier rose. Le gazon (*stentaphrum americanum*) est apporté après le traitement des individus. Les lots d'insectes témoins sont traités à l'eau distillée dans les mêmes conditions avec autant de répétitions que ceux des lots traités. L'évaluation de l'efficacité des extraits foliaires est basée sur le dénombrement des larves et des imagos morts relevés quotidiennement (**Fig. n°30**).

3.3.2 - Traitement par ingestion

- Principe

Le traitement par ingestion consiste à alimenter les imagos par du gazon (*stentaphrum americanum*) traité avec l'extrait foliaire du laurier rose afin d'assurer une intoxication de l'insecte par ingestion. Au 2^{ème} jour, l'aliment traité sera remplacé par des feuilles du gazon non traitées jusqu'à la fin de l'essai. Quant aux témoins, ils sont nourris d'aliments pulvérisés avec l'eau distillée (**Fig.30**). L'évaluation de l'efficacité des extraits foliaires est basée sur :

- Le dénombrement des imagos morts est relevé quotidiennement dans les lots traités et les lots témoins.
- L'effet sur la morphologie et le comportement des individus.
- L'évolution pondérale.

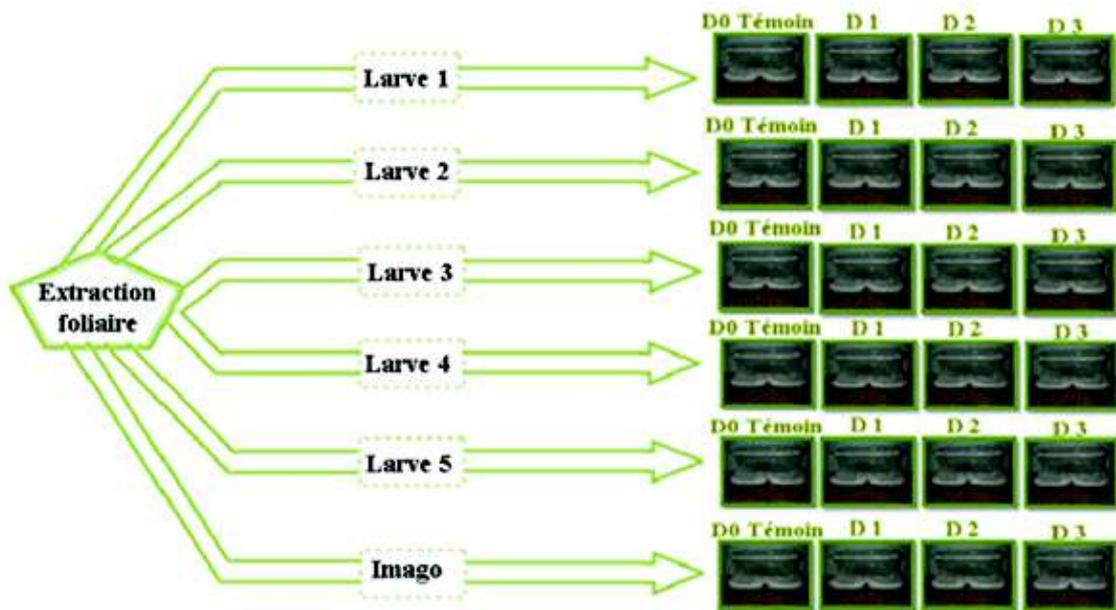


Fig.30-Dispositif expérimental utilisé pour l'étude de l'effet de l'extrait foliaire du laurier rose (*Nerium oleander*) sur les larves et les imagos de *Locusta migratoria* par contact et par ingestion (Original,2010)

4 - L'évolution pondérale des imagos de *Locusta migratoria* traités par l'extrait foliaire du laurier rose

- La prise du poids des imagos de *Locusta migratoria*

Pour l'étude de l'effet de l'extrait foliaire à base des feuilles de laurier rose sur l'évolution pondérale des imagos de *Locusta migratoria*, les imagos mâles et femelles sont pesés quotidiennement, dès leur émergence jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement. Le poids moyen quotidien est calculé pour les individus traités ainsi que pour les témoins.

$$\text{Poids moyen} = \frac{P1+P2+P3+\dots+P6}{6}$$

5 - Expression des résultats

Le dénombrement des morts et l'évolution pondérale sont effectués quotidiennement jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement. Les mortalités sont exprimées en pourcentage (%) de mortalité, puis traitées statistiquement par une analyse de la variance à un critère de classification et d'une comparaison multiple des moyennes par la méthode de Newman et Keuls (SNK) à intervalle de confiance de 95% afin de connaître le niveau de significativité des facteurs. Le logiciel utilisé est XL STAT version 6.0-ANOVA.

Chapitre III : Résultats

1 - Evaluation des mortalités au laboratoire des larves et des imagos témoins de *Locusta migratoria* alimentées par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée

1.1 - Mortalité des larves L1 témoins

	Jours	Taux de mortalité des L1			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
Gazon	Jour 0	0	0	0	0
	Jour 1	0	0	0	0
	Jour 2	16,66	0	0	5,55
	Jour 3	50	0	0	16,67
	Jour 4	50	33,33	0	27,78
	Jour 5	50	50	0	33,33
	Jour 6	50	50	0	33,33
	Jour 7	50	50	16,66	38,89
	Jour 8	50	50	16,66	38,89
	Jour 9	66,67	50	16,66	44,44
	Jour 10	66,67	50	16,66	44,44

Tableau 1 : Taux moyen de la mortalité cumulée des L1 alimentées par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée

Au vu des résultats consignés dans le tableau n°1 et la figure n°31, il apparaît que chez les L1 alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée, les mortalités relevées sont nulles jusqu'au 2^{ème} jour après le traitement. Le taux de mortalité passe de 5.55% au 2^{ème} jour à 16.67% au 3^{ème} jour pour atteindre 44.44% au 9^{ème} jour de l'essai.

1.2 - Mortalité des larves L2 témoins

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

	Jours	Taux de mortalité des L2			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
Gazon	Jour 0	0	0	0	0
	Jour 1	0	0	0	0
	Jour 2	0	16,66	0	5,55
	Jour 3	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 4	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 5	33,33	16,66	16,66	22,22
	Jour 6	33,33	16,66	16,66	22,22
	Jour 7	33,33	33,33	16,66	27,77
	Jour 8	33,33	33,33	33,33	33,33
	Jour 9	33,33	33,33	33,33	33,33
	Jour 10	33,33	33,33	33,33	33,33

Tableau 2 : Taux moyen de la mortalité cumulée des L2 alimentées par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée

Dans le cas des L2 alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée, le taux de mortalité enregistré est de 5.55% au 2^{ème} jour après le traitement. Au 3^{ème} jour on note un taux de mortalité de 11.11% jusqu'à 22.22% au 6^{ème} jour après le traitement, et au 8^{ème} jour avec un taux de mortalité de 33.33% et demeure constant jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement. Ces résultats sont indiqués dans le tableau n° 2 et la figure n° 31.

1.3 - Mortalité des larves L3 témoins

Tableau 3 : Taux moyen de la mortalité cumulée des L3 alimentées par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée

Gazon	Jours	Taux de mortalité des L3			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	0	0	0
	Jour 1	0	0	16,66	5,55
	Jour 2	16,66	0	16,66	11,11
	Jour 3	16,66	0	16,66	11,11
	Jour 4	16,66	33,33	16,66	22,22
	Jour 5	16,66	33,33	16,66	22,22
	Jour 6	33,33	50	16,66	33,33
	Jour 7	33,33	50	50	44,44
	Jour 8	33,33	50	50	44,44
	Jour 9	33,33	50	50	44,44
	Jour 10	33,33	50	50	44,44

Les résultats du taux moyen de la mortalité journalière cumulée des larves L3 alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée sont portés sur le tableau n°3 et illustrés par la figure n°31.

Il ressort que le taux de mortalité enregistré est de 5.55% au 1^{er} jour après le traitement, et de 11.11% du 2^{ème} jusqu'au 3^{ème} jour, et de 22.22% du 4^{ème} jusqu'au 5^{ème} jour, et de

33.33% au 6^{ème} jour, et au 7^{ème} jour avec un taux de mortalité de 44.44% et demeure constant jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement.

1.4 - Mortalité des larves L4 témoins

Letaux moyen de la mortalité journalière cumulée des L4 alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées avec l'eau distillée relevé est de 5.55% au 3^{ème} jusqu'au 4^{ème} jour, et de 11.11% au 5^{ème} jour et demeure constant jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement. Les résultats sont portés sur le tableau n°4 et illustrés par la figure n°31.

Tableau 4 : Taux moyen de la mortalité cumulée des L4 alimentées par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée

Gazon	Jours	Taux de mortalité des L4			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	0	0	0
	Jour 1	0	0	0	0
	Jour 2	0	0	0	0
	Jour 3	0	16,66	0	5,55
	Jour 4	0	16,66	0	5,55
	Jour 5	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 6	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 7	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 8	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 9	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 10	0	16,66	16,66	11,11

1.5 - Mortalité des larves L5 témoins

Le tableau n°5 et la figure n°31 indiquant que chez les larves L5 alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées avec l'eau distillée, un début de mortalité de 5.55% au 4^{ème} jusqu'au 5^{ème} jour, et de 11.11% au 6^{ème} jour. Au 7^{ème} jour, le taux de mortalité est de 16.66% et il reste stable jusqu'au 10^{ème} jour.

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

	Jours	Taux de mortalité des L5			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
Gazon	Jour 0	0	0	0	0
	Jour 1	0	0	0	0
	Jour 2	0	0	0	0
	Jour 3	0	0	0	0
	Jour 4	16,66	0	0	5,55
	Jour 5	16,66	0	0	5,55
	Jour 6	16,66	16,66	0	11,11
	Jour 7	33,33	16,66	0	16,66
	Jour 8	33,33	16,66	0	16,66
	Jour 9	33,33	16,66	0	16,66
	Jour 10	33,33	16,66	0	16,66

Tableau 5 : Taux moyen de la mortalité cumulée des L5 alimentées par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée :

1.6 - Mortalité des imagos témoins

D'après le tableau n°6 et la figure n°31, il ressort que chez les imagos alimentés par les feuilles du gazon pulvérisées avec l'eau distillée, aucune mortalité n'a été enregistrée tout au long de l'essai.

	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
Gazon	Jour 0	0	0	0	0
	Jour 1	0	0	0	0
	Jour 2	0	0	0	0
	Jour 3	0	0	0	0
	Jour 4	0	0	0	0
	Jour 5	0	0	0	0
	Jour 6	0	0	0	0
	Jour 7	0	0	0	0
	Jour 8	0	0	0	0
	Jour 9	0	0	0	0
	Jour 10	0	0	0	0

Tableau 6 : Taux moyen de la mortalité cumulée des imagos alimentés par les feuilles du gazon traitées par l'eau distillée :

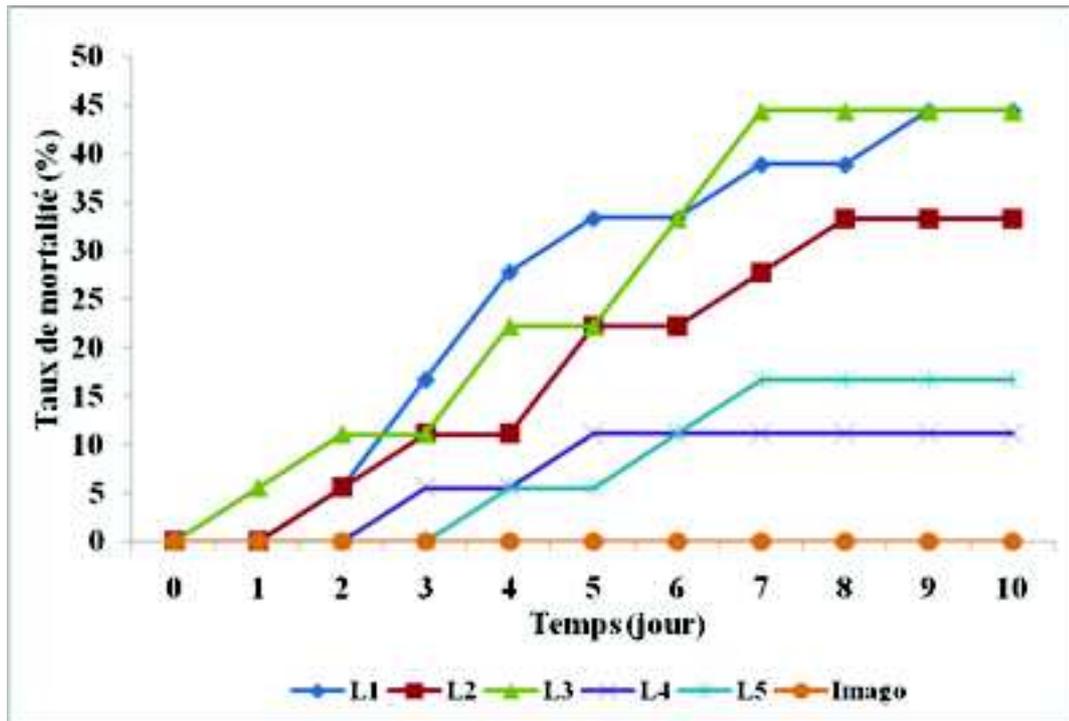


Fig.31- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des insectes des différents stades du criquet migrateur alimentés par du gazon frais pulvérisé à l'eau distillée

2 - Évolution pondérale (g) des L5 de *Locusta migratoria* témoins alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée

Les résultats obtenus de l'évaluation pondérale des L5 de *L.migratoria* alimentées par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée sont consignés dans le tableau n°7.

Nous remarquons que la croissance pondérale démarre sur *Stenotaphrum americanum* avec un poids moyen initial de 1,37g chez la femelle 1, de 1,14g chez la femelle 2, et de 1,32g chez la femelle 3. Chez les mâles on enregistre un poids moyen initial de 0,94g chez le mâle 1, de 0,74g chez le mâle 2, et de 0,81g chez le mâle 3. Le poids est exprimé en (g), il est effectué à l'aide d'une balance de précision type 0,0000 g.

3 - Évolution pondérale (g) des imagos de *Locusta migratoria* témoins alimentés par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée :

Les résultats des pesées quotidiennes des imagos de *Locusta migratoria* alimentés par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée sont regroupés dans le tableau n°8. Nous

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

remarquons que la croissance pondérale démarre sur *Stenotaphrum americanum* avec un poids moyen initial de 0,86 g chez la femelle 1, de 0,81 g chez la femelle 2, et de 0,85g chez la femelle 3. Chez les mâles on enregistre un poids moyen initial de 0,46g chez le mâle 1, de 0,56 g chez le mâle 2, et de 0,58g chez le mâle 3.

	Individus	Poids des larves L5											
		Répétitions	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Gazon	Femelle 1	R1	0,6354	0,7412	0,7663	0,6959	0,6197	0,5678	0,6312	0,6875	0,6978	0,6245	0,5874
		R2	1,0054	1,2641	1,7026	1,7464	0,8824	0,8124	0,8679	0,9845	1,1452	0,9247	0,8751
		R3	0,9388	0,9847	1,0576	0,9654	0,9158	1,1245	1,6431	1,7016	1,5621	1,4873	1,5144
		Moyenne	0,86	1,00	1,18	1,14	0,81	0,83	1,05	1,12	1,14	1,01	0,99
		ET	0,20	0,26	0,48	0,55	0,16	0,28	0,53	0,52	0,43	0,44	0,47
	Femelle 2	R1	0,8214	0,8687	0,7958	0,7544	0,7986	0,8015	0,8606	0,7823	0,7455	0,7498	0,8108
		R2	0,8741	0,9872	1,0204	0,9745	0,8469	0,8964	0,9487	1,0641	1,1058	0,9874	0,9158
		R3	0,7459	0,7978	0,8634	0,9336	0,8695	0,8514	0,9056	0,9853	1,2146	1,0042	0,9745
		Moyenne	0,81	0,88	0,89	0,89	0,84	0,85	0,90	0,94	1,02	0,91	0,90
		ET	0,06	0,10	0,12	0,12	0,04	0,05	0,04	0,15	0,25	0,14	0,08
	Femelle 3	R1	0,7893	0,8256	0,8654	0,7421	morte						
		R2	0,9622	1,0698	1,3674	1,3978	1,2024	0,9784	0,9004	0,8108	0,9414	0,9647	1,0679
		R3	0,8125	0,8784	0,9214	0,8541	0,8276	0,9006	0,9258	0,8754	0,8364	0,912	0,9543
		Moyenne	0,85	0,92	1,05	1,00	1,02	0,94	0,91	0,84	0,90	0,94	1,01
		ET	0,09	0,13	0,28	0,35	0,27	0,06	0,02	0,05	0,06	0,04	0,08
	Mâle 1	R1	0,4587	0,4962	0,5644	0,4543	0,4006	0,3954	0,4358	mort	mort	mort	mort
		R2	0,3698	0,4521	0,4987	0,4024	0,3645	0,3163	0,3948	0,4214	0,4541	0,3845	0,321
		R3	0,5579	0,5687	0,6147	0,5865	0,5758	0,6031	0,6972	0,7139	0,7289	0,6945	0,6384
		Moyenne	0,46	0,51	0,56	0,48	0,45	0,44	0,51	0,57	0,59	0,54	0,49
		ET	0,09	0,06	0,06	0,09	0,11	0,15	0,16	0,21	0,19	0,22	0,24
	Mâle 2	R1	0,4698	0,4964	0,5747	0,4625	0,3975	0,4285	0,5963	0,5158	0,4065	0,4566	0,5678
		R2	0,6058	0,6974	0,7874	0,7621	0,6458	0,6086	mort	mort	mort	mort	mort
		R3	0,6077	0,6841	0,6511	0,6328	0,6678	0,7014	0,7514	0,6898	0,6125	0,6984	0,7054
		Moyenne	0,56	0,63	0,67	0,62	0,57	0,58	0,67	0,60	0,51	0,58	0,64
ET		0,08	0,11	0,11	0,15	0,15	0,14	0,11	0,12	0,15	0,17	0,10	
Mâle 3	R1	0,5266	0,6054	0,6987	0,5997	0,5684	0,5124	0,5876	0,6257	0,6398	0,6003	0,5674	
	R2	0,5486	0,5874	0,6354	0,6396	0,5614	0,4597	0,5267	0,5843	0,6245	0,5146	0,4652	
	R3	0,6544	0,7981	0,8015	0,8123	0,8009	0,7264	0,7541	0,8214	0,8365	0,8148	0,7694	
	Moyenne	0,58	0,66	0,71	0,68	0,64	0,57	0,62	0,68	0,70	0,64	0,60	
	ET	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14	0,14	0,12	0,13	0,12	0,15	0,15	

Tableau 7: Evolution pondérale (g) des L5 de *Locusta migratoria* témoins alimentés par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillée

Individus	Poids des imagos											
	Répétitions	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Femelle 1	R1	1,4671	1,551	1,7371	1,5752	1,5246	1,7307	1,7807	1,7136	1,699	1,624	1,512
	R2	1,4024	1,5594	1,4098	1,363	1,4064	1,6606	1,7256	1,6541	1,6436	1,6914	1,6002
	R3	1,2542	1,2967	1,4124	1,3347	1,6621	1,6256	1,6031	1,5651	1,6879	1,8452	1,8122
	Moyenne	1,37	1,47	1,52	1,49	1,53	1,67	1,70	1,64	1,68	1,72	1,64
	ET	0,11	0,15	0,19	0,11	0,13	0,05	0,09	0,07	0,03	0,11	0,15
Femelle 2	R1	1,1425	1,1746	1,3888	1,2385	1,1958	1,512	1,504	1,554	1,5548	1,4832	1,355
	R2	1,2512	1,3254	1,5236	1,4658	1,3265	1,4852	1,6123	1,6347	1,5264	1,4856	1,3289
	R3	1,0211	0,9847	1,2354	1,4178	1,645	1,4985	1,4421	1,5023	1,6111	1,5965	1,6018
	Moyenne	1,14	1,16	1,38	1,37	1,39	1,50	1,52	1,56	1,56	1,52	1,43
	ET	0,12	0,17	0,14	0,12	0,23	0,01	0,09	0,07	0,04	0,06	0,15
Femelle 3	R1	1,1379	1,2003	1,4141	1,2682	1,238	1,5055	1,6543	1,618	1,5152	1,5236	1,418
	R2	1,4121	1,3546	1,2354	1,6009	1,5159	1,5324	1,3958	1,6254	1,8142	1,7654	1,6584
	R3	1,4124	1,4478	1,4984	1,6014	1,7268	1,5457	1,5214	1,7977	1,9145	2,0005	1,8364
	Moyenne	1,32	1,33	1,38	1,49	1,49	1,53	1,52	1,68	1,75	1,76	1,64
	ET	0,16	0,13	0,13	0,19	0,25	0,02	0,13	0,10	0,21	0,24	0,21
Mâle 1	R1	0,991	1,1518	1,2169	1,1444	1,0685	1,2675	1,2828	1,2689	1,2663	1,2157	1,0739
	R2	0,8542	0,9423	1,0444	1,1318	1,1386	1,2762	1,4166	1,4778	1,5023	1,4567	1,2659
	R3	0,9647	0,9995	1,254	1,2224	1,2054	1,3256	1,3457	1,4049	1,3625	1,3287	1,4541
	Moyenne	0,94	1,03	1,17	1,17	1,14	1,29	1,35	1,38	1,38	1,33	1,26
	ET	0,07	0,11	0,11	0,05	0,07	0,03	0,07	0,11	0,12	0,12	0,19
Mâle 2	R1	0,7484	0,952	1,0126	0,9028	0,896	1,0364	1,0163	1,0798	1,103	1,1177	0,9851
	R2	0,6542	0,8256	0,9675	0,8125	0,7968	0,7154	0,9874	1,0285	1,1457	1,5698	1,4644
	R3	0,8054	0,8576	0,9124	1,0026	1,1011	1,2148	1,1196	1,0025	1,3561	1,3599	1,3947
	Moyenne	0,74	0,88	0,96	0,91	0,93	0,99	1,04	1,04	1,20	1,35	1,28
	ET	0,08	0,07	0,05	0,10	0,16	0,25	0,07	0,04	0,14	0,23	0,26
Mâle 3	R1	0,7562	0,8436	0,9547	0,8673	0,8415	0,979	1,016	1,0259	1,088	1,0596	0,9201
	R2	0,8251	1,2751	1,1684	1,1965	1,3247	1,3103	1,0058	1,3154	1,3547	1,4312	1,4629
	R3	0,8458	1,0016	1,1014	1,1524	1,3018	1,3	1,0062	1,3251	1,3455	1,4321	1,4967
	Moyenne	0,81	1,04	1,07	1,07	1,16	1,20	1,01	1,22	1,26	1,31	1,29
	ET	0,05	0,22	0,11	0,18	0,27	0,19	0,01	0,17	0,15	0,21	0,32

Tableau 8: Evolution pondérale (g) des imagos de *Locusta migratoria* témoins alimentés par les feuilles du gazon pulvérisées par l'eau distillé

4 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de *Locusta migratoria*

4.1 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 1^{er} stade de *Locusta migratoria*

Les résultats portant sur letaux moyen de la mortalité journalière cumulée des L1 alimentées par les feuilles du laurier rose sont consignés dans le tableau n°9 et illustrés par la figure n

Effet du laurier rose (*Nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*Locusta migratoria*) (Acrididae, Oedipodinae)

°32. Ils montrent que le taux moyen de la mortalité au 1^{er} jour est de 11,11 %. Ce taux est passé de 38,89% à 77,78% du 2^{ème} au 4^{ème} jour et arrive à un taux de 100% au 5^{ème} jour. Le taux de mortalité est de 5,55% chez les L1 témoins, et il atteint 44,44% au 10^{ème} jour.

Tableau 9 : Taux moyen de la mortalité journalière cumulée des L1 alimentées par les feuilles du laurier rose

Laurier rose (Aliment frais)	Jours	Taux de mortalité des L1			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	0	0	33,33	11,11
	Jour 2	66,67	0	50	38,89
	Jour 3	66,67	33,33	50	50,00
	Jour 4	83,33	100	50	77,78
	Jour 5	100	100	100	100,00
	Jour 6	100	100	100	100,00
	Jour 7	100	100	100	100,00
	Jour 8	100	100	100	100,00
	Jour 9	100	100	100	100,00
	Jour 10	100	100	100	100,00

4.2 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 2^{ème} stade de *Locusta migratoria*

Les résultats du taux moyen de la mortalité journalière cumulée des larves L2 alimentées par les feuilles du laurier rose sont portés sur le tableau n°10 et illustrés par la figure n°32.

D'après les résultats de l'alimentation des larves L2 avec les feuilles du laurier rose, on constate que la mortalité débute au 2^{ème} jour et arrive à un taux de 100% au 7^{ème} jour. Concernant les L2 témoins ce taux est de 5,55% au 2^{ème} jour et atteint un taux de 27,77% au 7^{ème} jour. Il arrive à un taux de 33,33% au 10^{ème} jour.

Tableau 10: Taux moyen de la mortalité journalière cumulée des L2 alimentées par les feuilles du laurier rose

Laurier rose (Aliment frais)	Jours	Taux de mortalité des L2			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	0	0	0	0,00
	Jour 2	0	0	33,33	11,11
	Jour 3	83,33	66,67	33,33	61,11
	Jour 4	83,33	100	83,33	88,89
	Jour 5	100	100	83,33	94,44
	Jour 6	100	100	83,33	94,44
	Jour 7	100	100	100	100,00
	Jour 8	100	100	100	100,00
	Jour 9	100	100	100	100,00
	Jour 10	100	100	100	100,00

4.3 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 3^{ème} stade de *Locusta migratoria*

Les taux moyen de la mortalité journalière cumulée des L3 de *L.migratoria* alimentées par les feuilles du laurier rose sont portés sur le tableau n°11 et illustrés par la figure n°32. On a enregistré un début de mortalité de 11.11% au 3^{ème} jour, ce taux atteint 100% au 9^{ème} jour. Il ressort que le taux moyen de la mortalité chez les L3 témoins enregistré est de 5.55% au 1^{er} jour, et au 7^{ème} jour avec un taux de 44.44% et demeure constant jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement.

Tableau 11: Taux moyen de la mortalité journalière cumulée des L3 alimentées par les feuilles du laurier rose

Laurier rose (Aliment frais)	Jours	Taux de mortalité des L3			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	0	0	0	0,00
	Jour 2	0	0	0	0,00
	Jour 3	0	33,33	0	11,11
	Jour 4	50	33,33	0	27,78
	Jour 5	66,67	50	33,33	50,00
	Jour 6	66,67	83,33	83,33	77,78
	Jour 7	66,67	83,33	83,33	77,78
	Jour 8	83,33	100	83,33	88,89
	Jour 9	100	100	100	100,00
	Jour 10	100	100	100	100,00

4.4 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 4^{ème} stade de *Locusta migratoria*

Les résultats de taux de mortalité journalière cumulée des larves L4, alimentées par les feuilles du laurier rose sont portés sur le tableau n°12 et illustrés par la figure n°32. Il apparaît

que la mortalité s'observe au 2^{ème} jour avec un taux de 33.33%. Ce taux atteint 100% au 10^{ème} jour. Chez les larves témoins, on a signalé un taux de mortalité de 5.55% au 3^{ème} jour et atteint 11.11% au 5^{ème} jour et restera stable durant toute la période d'essai.

	Jours	Taux de mortalité des L4			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
Laurier rose (Aliment frais)	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	0	0	0	0,00
	Jour 2	33,33	0	66,67	33,33
	Jour 3	50	50	66,67	55,56
	Jour 4	50	50	66,67	55,56
	Jour 5	83,33	50	83,33	72,22
	Jour 6	100	66,67	83,33	83,33
	Jour 7	100	66,67	83,33	83,33
	Jour 8	100	100	83,33	94,44
	Jour 9	100	100	83,33	94,44
	Jour 10	100	100	100	100,00

Tableau 12: Taux moyen de la mortalité journalière cumulée des L4 alimentées par les feuilles du laurier rose

4.5 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 5^{ème} stade de *Locusta migratoria*

Les taux moyen de la mortalité journalière cumulée des individus L5 de *Locusta migratoria* alimentés par les feuilles du laurier rose sont portés sur le tableau n°13 et illustrés par la figure n°32.

On remarque que la mortalité des L5 a débuté le 1^{er} jour avec un taux de 5.55% alors que chez les témoins, nous avons noté un taux de 5.55% à partir du 4^{ème} jour. Cette mortalité a atteint au bout de 10 jours un taux de 16.66% chez les individus témoins et de 88.89 % chez les traités.

Tableau 13: Taux moyen de la mortalité journalière cumulée des L5 alimentées par les feuilles du laurier rose

Laurier rose (Aliment frais)	Jours	Taux de mortalité des L5			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	0	16,66	0	5,55
	Jour 2	0	16,66	0	5,55
	Jour 3	0	33,33	0	11,11
	Jour 4	66,67	50	0	38,89
	Jour 5	66,67	50	16,66	44,44
	Jour 6	66,67	50	16,66	44,44
	Jour 7	83,33	50	33,33	55,55
	Jour 8	83,33	66,67	50	66,67
	Jour 9	83,33	66,67	66,67	72,22
	Jour 10	100	83,33	83,33	88,89

4.6 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des imagos de *Locusta migratoria*

Au vue des résultats consignés dans le tableau n°14 et illustrés par les figures n°32 qui correspondent au taux moyen de la mortalité journalière cumulée des individus imagos de *Locusta migratoria* alimentés par les feuilles du laurier rose, il apparaît clairement une évolution du taux de mortalité chez les individus femelles et mâles à travers le temps. En effet ce taux est passé de 5,55% au 3^{ème} jour à 100% au 9^{ème} jour. Chez les imagos témoins par contre, le taux moyen de la mortalité journalière cumulée est nul tout au long de la période d'essai.

Tableau 14: Taux moyen de la mortalité journalière cumulée des imagos alimentés par les feuilles du laurier rose

Laurier rose (Aliment frais)	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	0	0	0	0,00
	Jour 2	0	0	0	0,00
	Jour 3	0	16,66	0	5,55
	Jour 4	16,66	16,66	16,66	16,66
	Jour 5	50	16,66	33,33	33,33
	Jour 6	83,33	50	33,33	55,55
	Jour 7	83,33	100	66,67	83,33
	Jour 8	100	100	83,33	94,44
	Jour 9	100	100	100	100,00
	Jour 10	100	100	100	100,00

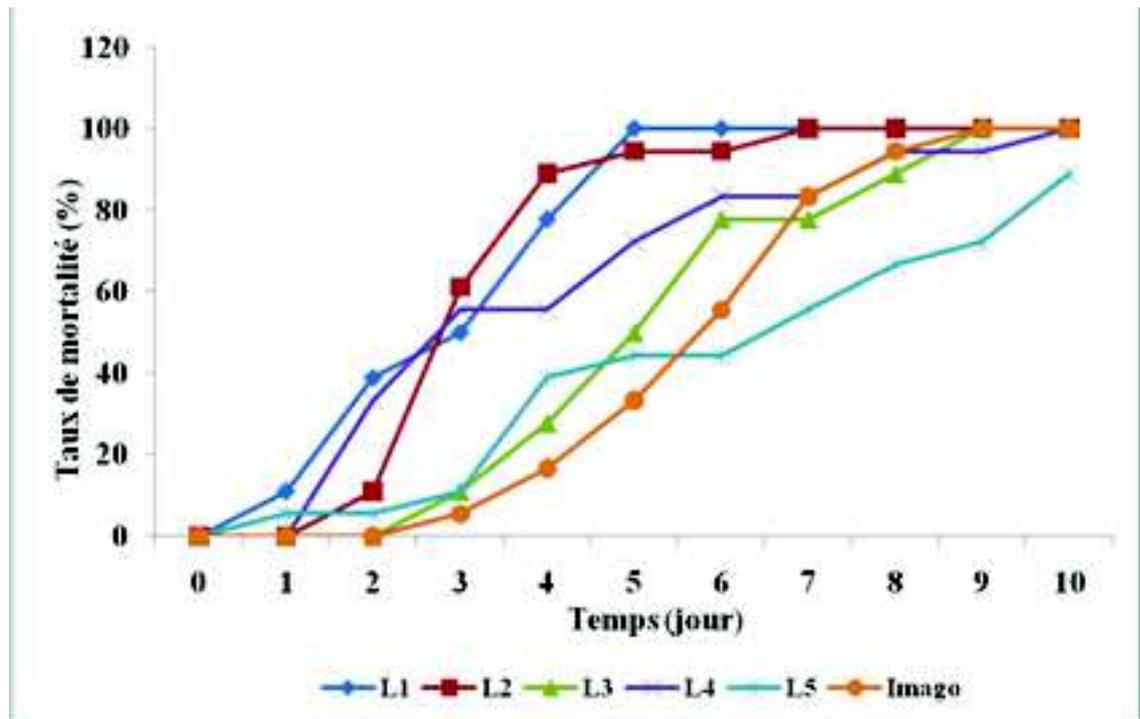


Fig.32- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des insectes des différents stades du criquet migrateur alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose

5-Essai - d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur les L5 et les imagos de *Locusta migratoria* et leur effet sur l'évolution pondérale

5.1-L'évolution pondérale des L5 de *Locusta migratoria* alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose

Les résultats relatifs à l'évolution pondérale L5 de *L. migratoria* alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose figurent sur le tableau n° 19 où on a noté le poids individuel de chaque larve. D'après le tableau n°19 et la figure n°33, on constate que durant les 10 jours d'observations effectuées durant cette étude les moyennes pondérales quotidiennes des femelles L5 alimentées par les feuilles du laurier rose ont varié entre 0.38g et 1.08g. Celles des témoins par contre ont été comprises entre 0.81g et 1.18 g.

L'analyse statistique a confirmé l'existence d'une différence hautement significative entre les moyennes des témoins et celles des traitées ($F_{obs}=7.808 > F_{théo}$; $p < 0,0001$) (tableau n°15).

Tableau 15: Analyse de la variance de la moyenne pondérale quotidienne des femelles L5 alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	11	3,182	0,289	7,808	< 0,0001
Résidus	53	1,964	0,037		
Total	64	5,146			

Le tableau 16 ci-dessous présente deux groupements homogènes statistiquement différents A et B qui prouvent que la moyenne pondérale quotidienne des femelles alimentées par le laurier rose est plus faible que celle des témoins.

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D	0,588	A	
T	0,953		B

Tableau 16: Test de comparaisons multiples (SNK) pour la variable traitement chez les femelles L5 alimentées par les feuilles du laurier rose avec un intervalle de confiance à 95%

(T : Témoin traité à l'eau distillée ; D : les feuilles du laurier rose)

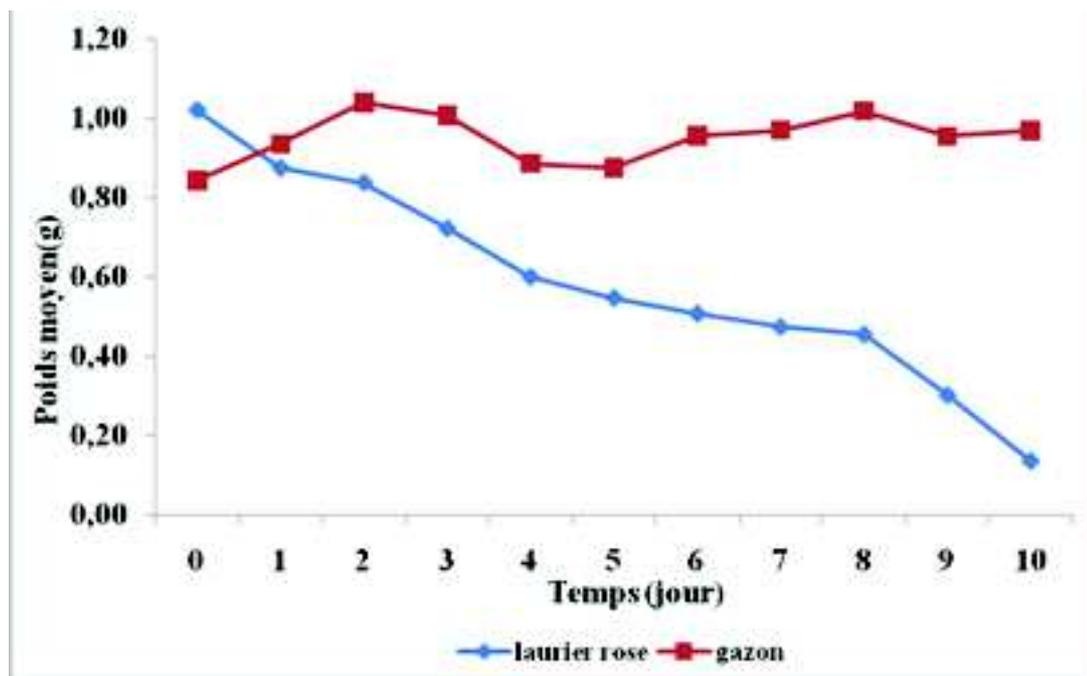


Fig.33- Evolution pondérale moyenne des L5 femelles témoins et alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose

Chez les mâles L5 alimentés par les feuilles du laurier rose, les moyennes pondérales quotidiennes enregistrées est passé de 0,32g à 0,73 g durant les 10 jours alors que celui des témoins a varié entre 0,44 g et 0,71g. Ces résultats sont mentionnés sur le tableau n°19 et illustrés par la figure n°34.

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

L'utilisation de l'analyse de la variance nous a permis également de constater qu'il y a une différence significative entre les moyennes des témoins et celles des traitées (F.obs=5.586 > F. théo ; p<0,0001) (tableau n°17).

Tableau 17: Analyse de la variance de la moyenne pondérale quotidienne des mâles L5 alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose :

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	11	0,949	0,086	5,586	< 0,0001
Résidus	53	0,818	0,015		
Total	64	1,767			

L'utilisation du test de Newman-Keuls (SNK) révèle l'existence de deux groupements homogènes A et B statistiquement différents qui confirme le niveau significativité de cette différence de moyennes observées (tableau n°18).

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D	0,401	A	
T	0,589		B

Tableau 18: Test de comparaisons multiples (SNK) pour la variable traitement chez les mâles L5 alimentés par les feuilles du laurier rose avec un intervalle de confiance à 95 %

(T : Témoin traité à l'eau distillée ; D : les feuilles du laurier rose)

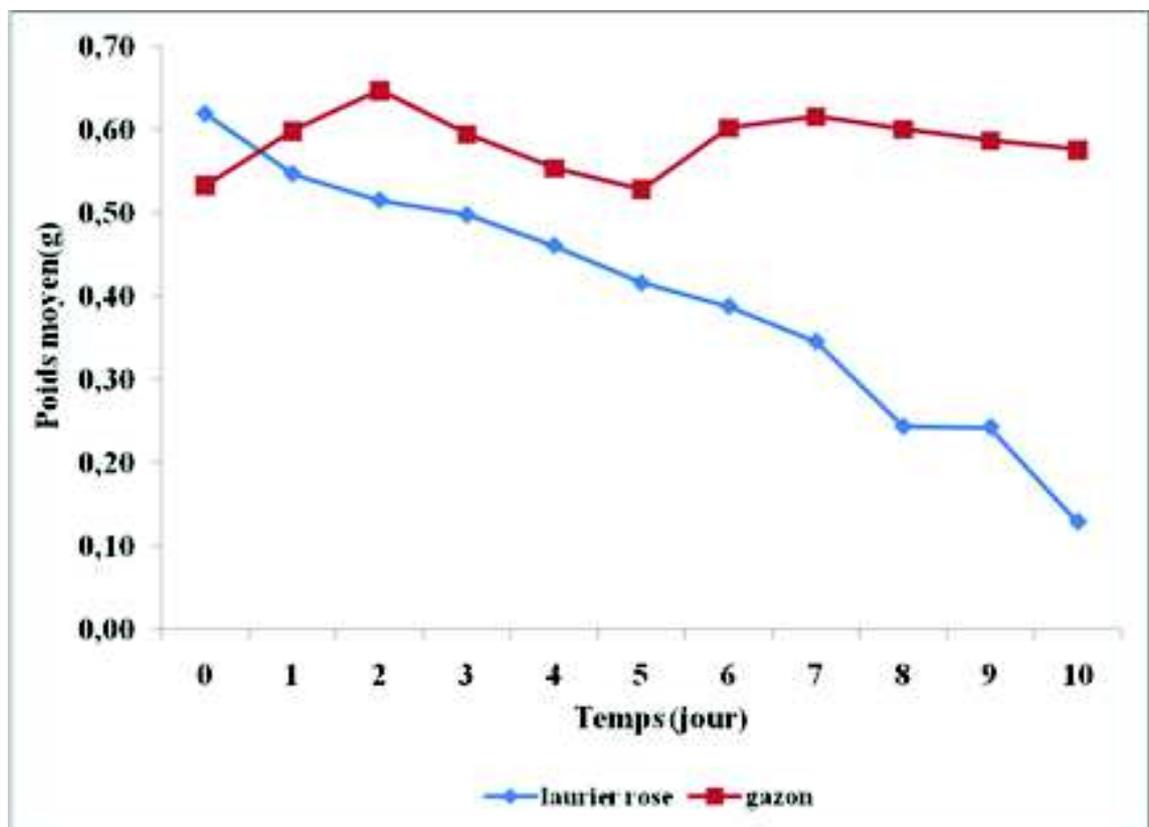


Fig.34- Evolution pondérale moyenne des L5 mâles témoins et alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose

Individus	Poids des larves L5											
	Répétitions	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Femelle 1	R1	0,8854	0,738	0,6878	0,6236	0,7499	0,6771	0,6046	0,574	0,5318	0,4933	morte
	R2	1,4106	1,3644	1,3242	morte							
	R3	0,9388	0,7808	0,7426	0,6976	0,6489	0,6144	0,5692	0,5386	0,5056	0,4732	morte
	Moyenne	1,08	0,96	0,92	0,66	0,70	0,65	0,59	0,56	0,52	0,48	-
	ET	0,29	0,35	0,35	0,05	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	-
Femelle 2	R1	0,6027	0,5599	0,531	0,4826	0,633	0,535	0,458	morte	morte	morte	morte
	R2	1,3624	morte									
	R3	0,7555	0,6609	0,6251	0,5767	0,536	0,4916	0,4526	0,4186	0,376	morte	morte
	Moyenne	0,91	0,61	0,58	0,53	0,58	0,51	0,46	0,42	0,38	-	-
	ET	0,40	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,00	-	-	-	-
Femelle 3	R1	1,4636	1,4013	1,36	1,3274	morte						
	R2	0,9803	1,108	1,0858	1,0393	morte						
	R3	0,7704	0,6338	0,5886	0,5485	0,5106	0,4777	0,476	0,4414	0,4651	0,4189	0,4031
	Moyenne	1,07	1,05	1,01	0,97	0,51	0,48	0,48	0,44	0,47	0,42	0,40
	ET	0,36	0,39	0,39	0,39	-	-	-	-	-	-	-
Mâle 1	R1	0,8728	0,826	0,798	0,7664	mort						
	R2	0,4384	0,4833	0,4415	0,4817	0,5635	0,4545	0,4058	0,3739	0,3981	0,398	0,3863
	R3	0,8875	0,647	0,6112	0,546	0,4703	mort	mort	mort	mort	mort	mort
	Moyenne	0,73	0,65	0,62	0,60	0,52	0,45	0,41	0,37	0,40	0,40	0,39
	ET	0,26	0,17	0,18	0,15	0,07	-	-	-	-	-	-
Mâle 2	R1	0,6556	0,6012	0,5644	0,5298	mort						
	R2	0,3501	0,3236	0,311	0,353	0,43	0,3778	0,3452	0,3189	mort	mort	mort
	R3	0,6028	0,5231	0,4948	0,461	0,4279	0,404	0,422	mort	mort	mort	mort
	Moyenne	0,54	0,48	0,46	0,45	0,43	0,39	0,38	0,32	-	-	-
	ET	0,16	0,14	0,13	0,09	0,00	0,02	0,05	-	-	-	-
Mâle 3	R1	0,6294	0,5296	0,4959	0,4469	mort						
	R2	0,6106	0,516	0,4775	0,4812	0,4886	0,4437	0,3996	0,363	0,3316	0,33	mort
	R3	0,5266	0,4731	0,4438	0,4116	0,3845	0,3596	0,3476	0,3232	mort	mort	mort
	Moyenne	0,59	0,51	0,47	0,45	0,44	0,40	0,37	0,34	0,33	0,33	-
	ET	0,05	0,03	0,03	0,03	0,07	0,06	0,04	0,03	-	-	-

Tableau 19: Evolution pondérale (g) des L5 de *Locusta migratoria* alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose

5.2-L'évolution pondérale des imagos de *Locusta migratoria* alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose

Les résultats concernant l'évolution des moyennes pondérales quotidiennes des imagos mâles et femelles de *Locusta migratoria* alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose sont notés sur le tableau n°24.

D'après le tableau n°24 et la figure n°35, on constate que durant les 10 jours d'observations effectuées durant cette étude les moyennes pondérales quotidiennes des femelles imagos alimentées par les feuilles du laurier rose ont varié entre 0.60g et 1.05g. Celles des témoins par contre ont été comprises entre 1.14g et 1.76 g.

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

L'analyse statistique a confirmé l'existence d'une différence hautement significative entre les moyennes des témoins et celles des traitées (F.obs=6.011 >F. théo ; p<0,0001) (tableau n°20).

Tableau 20: Analyse de la variance de la moyenne pondérale quotidienne des femelles Imagos alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	11	5,787	0,526	6,011	< 0,0001
Résidus	53	4,638	0,088		
Total	64	10,425			

Le tableau n° 21 présente deux groupements homogènes statistiquement différents A et B qui prouvent que la moyenne pondérale quotidienne des femelles alimentées par le laurier rose est plus faible que celle des témoins.

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D	0,587	A	
T	1,133		B

Tableau 21: Test de comparaisons multiples (SNK) pour la variable traitement chez les femelles imagos alimentées par les feuilles du laurier rose avec un intervalle de confiance à 95 %

(T : Témoin traité à l'eau distillée ; D : les feuilles du laurier rose)

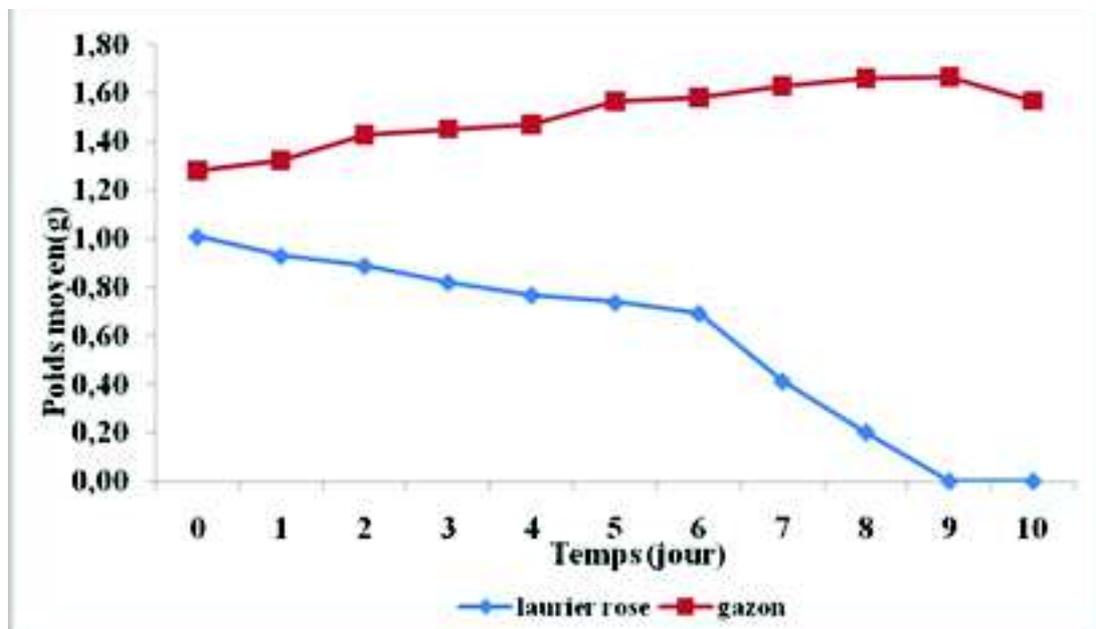


Fig.35- Evolution pondérale moyenne des imagos femelles témoins et alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose

Chez les mâles imagos alimentés par les feuilles du laurier rose, les moyennes pondérales quotidiennes enregistrées est passé de 0.48 g à 0.85 g durant les 10 jours alors

que celui des témoins a varié entre 0.74g et 1.38g. Ces résultats sont mentionnés sur le tableau n°24 et illustrés par la figure n°36.

L'utilisation de l'analyse de la variance nous a permis également de constater qu'il y a une différence significative entre les moyennes des témoins et celles des traitées (F.obs=12.052 > F. théo ; $p < 0,0001$) (tableau n°22).

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	11	8,786	0,799	12,052	<0,0001
Résidus	53	3,513	0,066		
Total	64	12,299			

Tableau 22: Analyse de la variance de la moyenne pondérale quotidienne des mâles imagos alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose

Le tableau n° 23 présente deux groupements homogènes statistiquement différents A et B qui prouvent que la moyenne pondérale quotidienne des mâles alimentés par le laurier rose est plus faible que celle des témoins.

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D	0,422	A	
T	1,133		B

Tableau 23: Test de comparaisons multiples (SNK) pour la variable traitement chez les mâles imagos alimentés par les feuilles du laurier rose avec un intervalle de confiance à 95 %

(T : Témoin ; D : laurier rose)

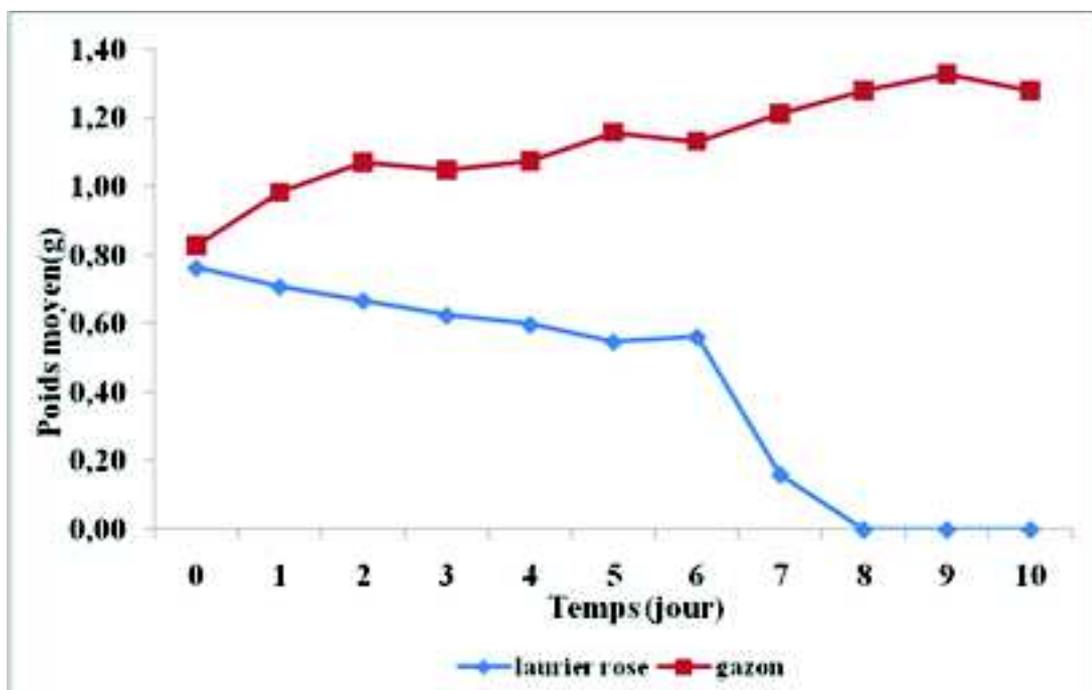


Fig.36- Evolution pondérale moyenne des imagos mâles témoins et alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

	Individus	Poids des imagos mâles et femelles											
		Répétitions	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Laurier rose (Aliment frais)	Femelle 1	R1	1,0193	0,9293	0,8847	0,8243	0,774	0,7422	morte	morte	morte	morte	morte
		R2	0,9972	0,9398	0,9109	0,862	0,7855	0,72	0,7149	morte	morte	morte	morte
		R3	1,1229	1,0261	0,9651	0,8907	0,8034	0,7917	0,7558	morte	morte	morte	morte
		Moyenne	1,05	0,97	0,92	0,86	0,79	0,75	0,74	-	-	-	-
	ET	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	0,04	0,03	-	-	-	-	
	Femelle 2	R1	1	0,9152	0,8682	0,8048	0,7697	0,7078	0,645	0,6	morte	morte	morte
		R2	1,017	0,9444	0,9123	morte	morte	morte	morte	morte	morte	morte	morte
		R3	1,0842	0,9749	0,927	0,8035	0,759	morte	morte	morte	morte	morte	morte
		Moyenne	1,03	0,94	0,90	0,80	0,76	0,71	0,65	0,60	-	-	-
	ET	0,04	0,03	0,03	0,00	0,01	-	-	-	-	-	-	
	Femelle 3	R1	0,9258	0,853	0,8112	0,7593	0,7192	morte	morte	morte	morte	morte	morte
		R2	0,9992	0,9384	0,9135	0,8824	0,8301	0,7806	0,7256	morte	morte	morte	morte
		R3	0,9115	0,8426	0,8035	0,7493	0,7039	0,7242	0,6643	0,6349	0,607	morte	morte
		Moyenne	0,95	0,88	0,84	0,80	0,75	0,75	0,69	0,63	0,61	-	-
	ET	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,04	0,04	-	-	-	-	
	Mâle 1	R1	0,677	0,6124	0,573	0,5178	mort	mort	mort	mort	mort	mort	mort
		R2	0,5399	0,5008	0,4677	0,4652	0,4302	0,3959	mort	mort	mort	mort	mort
		R3	0,8809	0,8345	0,7966	0,7456	0,7224	0,7008	0,6482	mort	mort	mort	mort
Moyenne		0,70	0,65	0,61	0,58	0,58	0,55	0,65	-	-	-	-	
ET	0,17	0,17	0,17	0,15	0,21	0,22	-	-	-	-	-		
Mâle 2	R1	0,6912	0,6241	0,5871	0,5273	0,4822	0,4641	mort	mort	mort	mort	mort	
	R2	0,8	0,7447	0,6526	0,6328	0,5797	0,5343	mort	mort	mort	mort	mort	
	R3	0,7272	0,6787	0,6516	0,6097	0,5631	0,566	0,5101	0,4828	mort	mort	mort	
	Moyenne	0,74	0,68	0,63	0,59	0,54	0,52	0,51	0,48	-	-	-	
ET	0,06	0,06	0,04	0,06	0,05	0,05	-	-	-	-	-		
Mâle 3	R1	0,9385	0,8736	0,8364	0,7796	0,7378	mort	mort	mort	mort	mort	mort	
	R2	0,8063	0,7388	0,6981	0,6621	0,6142	0,5734	0,5287	mort	mort	mort	mort	
	R3	0,8098	0,7742	0,7487	0,6859	mort	mort	mort	mort	mort	mort	mort	
	Moyenne	0,85	0,80	0,76	0,71	0,68	0,57	0,53	-	-	-	-	
ET	0,08	0,07	0,07	0,06	0,09	-	-	-	-	-	-		

Tableau 24: Evolution pondérale (g) des imagos mâles et femelles de *Locusta migratoria* alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose



Fig.37- Des morsures faites par les imagos de *Locusta migratoria* sur les feuilles du laurier rose (Original, 2010)



Fig.38- Imagos alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose (Original, 2010)

6 - Essai d'efficacité au laboratoire de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de *Locusta migratoria* par contact

6.1 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L1

- A la dose D1

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact	Jours	Taux de mortalité des L1			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 25: Taux moyen de la mortalité cumulée des L1 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact

- A la dose D2

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact	Jours	Taux de mortalité des L1			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 26: Taux moyen de la mortalité cumulée des L1 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact

- A la dose D3

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact	Jours	Taux de mortalité des L1			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 27: Taux moyen de la mortalité cumulée des L1 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

Suite aux traitements appliqués sur les larves L1 avec l'extrait foliaire du laurier rose par contact, il apparait que la mortalité est de 100% au jour 0 à la dose D1, D2 et D3. Chez les larves témoins, on a signalé un taux de mortalité de 5.55% au 2^{ème} jour, et il atteint 44.44% au 10^{ème} jour. Les taux moyens de la mortalité journalière cumulée des L1 de *L. migratoria* traitées par l'extrait foliaire sont mentionnés dans les tableaux n°25,26 et 27 et illustrés par la figure n° 39.

Afin d'exploiter les résultats obtenus lors de cette étude, nous avons utilisé l'analyse de la variance à trois critères de classification à savoir le facteur traitement et le facteur temps et le facteur mortalité.

D'après nos résultats, on constate qu'il y a une différence hautement significative entre la mortalité cumulée journalière des larves L1 témoins et celles traitées aux produits par contact.

Le test de Newman-Keuls a classé les taux de mortalité en fonction des doses et du temps. Il permet de constituer deux groupes homogènes de traitement. Les classements des moyennes pour les L1 traitées par contact à travers le test de Newman-Keuls au seuil de 95% sont portés sur le tableau n°28.

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D0	0,000	A	
D1	0,545		B
D2	0,545		B
D3	0,545		B

Tableau 28 : Test de comparaisons multiples(SNK) pour la variable traitement chez les L1 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par contact à un intervalle de confiance à 95 %

(D0 : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2;D3 : dose 3)

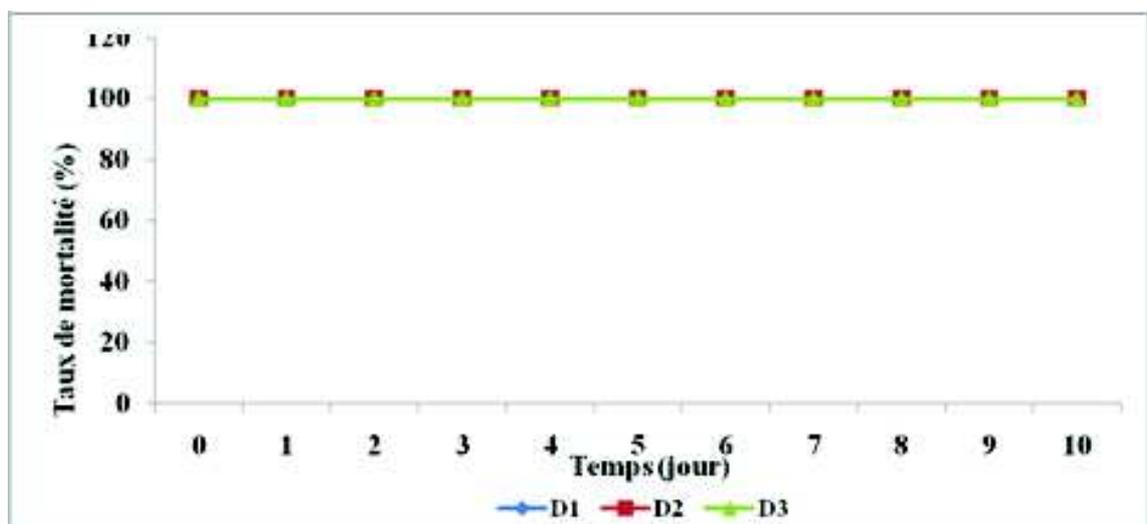


Fig.39- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des L1 du criquet migrateur traitées à l'extrait foliaire du laurier rose par contact

6.2 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L2

A la dose D1

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact	Jours	Taux de mortalité des L2			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 29: Taux moyen de la mortalité cumulée des L2 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact

A la dose D2

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact	Jours	Taux de mortalité des L2			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 30: Taux moyen de la mortalité cumulée des L2 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact

A la dose D3

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact	Jours	Taux de mortalité des L2			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 31: Taux moyen de la mortalité cumulée des L2 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact

Les résultats obtenus après le traitement des L2 de *L. migratoria* avec l'extrait foliaire du laurier rose par contact sont consignés dans les tableaux n° 29, 30 et 31 et représentés par la figure n°40. Il apparait que la mortalité est de 100% est obtenue après le 1^{er} jour de traitement aux doses testées D1, D2 et D3.

Chez les larves témoins, le taux de mortalité enregistré est de 5.55% au 2^{ème} jour après le traitement. Ce taux est passé de 11.11% à 33.33% du 3^{ème} jour au 10^{ème} jour.

Les résultats nous montre qu'il y a une différence hautement significative entre la mortalité cumulée journalière des larves L2 témoins et celles traitées avec les produits par contact.

Afin de connaître le niveau de significativité de ces facteurs (tableau n°32), nous avons complété notre étude par l'utilisation du test de Newman-Keuls (SNK) à intervalle de confiance de 95%.

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D0	0,000	A	
D1	0,545		B
D2	0,545		B
D3	0,545		B

Tableau 32: Test de comparaisons multiples(SNK) pour la variable traitement chez les L2 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par contact à un intervalle de confiance à 95 %

(D0 : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2;D3 : dose 3)

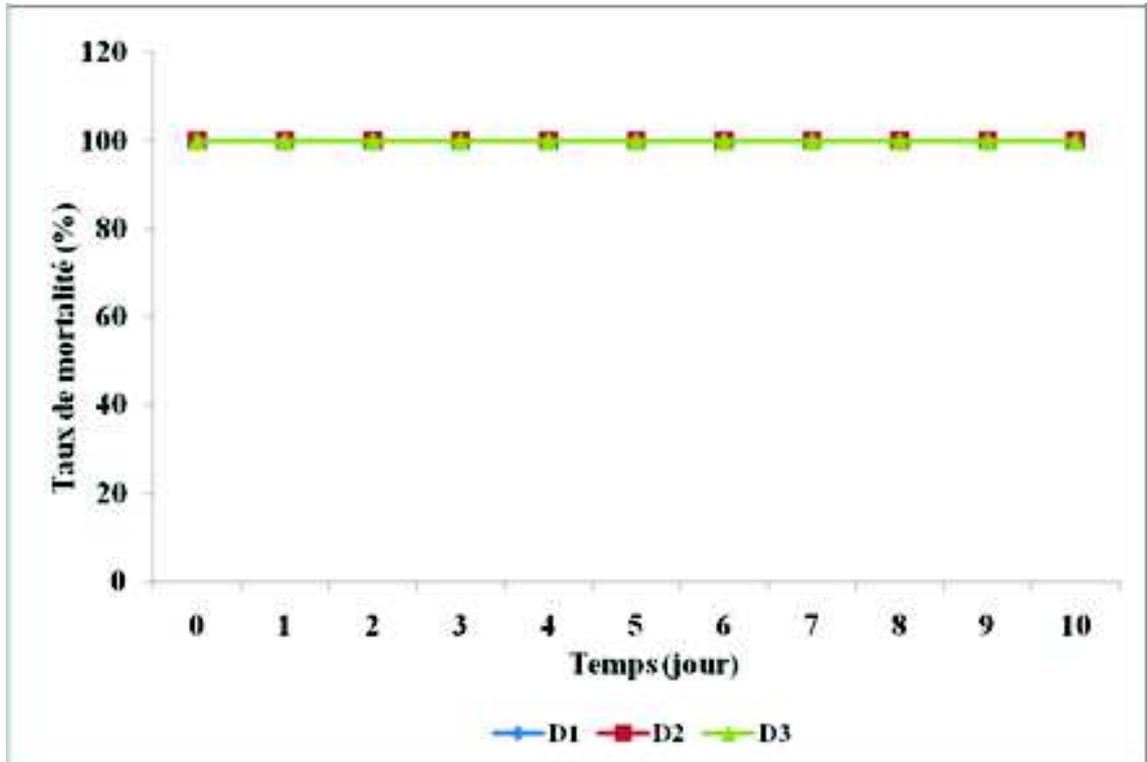


Fig.40- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des L2 du criquet migrateur traitées à l'extrait foliaire du laurier rose par contact

6.3 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L3

- A la dose D1

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact	Jours	Taux de mortalité des L3			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 33: Taux moyen de la mortalité cumulée des L3 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact

- A la dose D2

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact	Jours	Taux de mortalité des L3			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 34: Taux moyen de la mortalité cumulée des L3 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact

A la dose D3

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D0	0,000	A	
D1	0,545		B
D2	0,545		B
D3	0,545		B

Tableau 35: Taux moyen de la mortalité cumulée des L3 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact

Les résultats relatifs aux pourcentages de mortalités moyennes des L3 de *L. migratoria* traitées par l'extrait foliaire du laurier rose respectivement aux doses D1, D2 et D3 sont mentionnés dans les tableaux n°33, 34 et 35 et la figure n° 41.

Le taux de mortalité est de 100% chez les larves L3 traitées avec les trois doses au premier jour. Chez les larves témoins le taux de mortalité enregistré est de 5.55% au 1^{er} jour après le traitement, et atteint 44.44% au 7^{ème} jour et demeure constant jusqu'au 10^{ème} jour.

Les résultats nous montre qu'il y a une différence hautement significative entre la mortalité cumulée journalière des larves L3 témoins et celles traitées avec les produits par contact.

D'après le tableau ci-dessous on remarque l'existence de deux groupements (A) et (B). Le test de Newman-Keuls au seuil de 95% a classé les taux de mortalité en fonction des trois doses et du temps. Ces résultats sont portés sur le tableau n°36.

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact	Jours	Taux de mortalité des L3			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 36: Test de comparaisons multiples(SNK) pour la variable traitement chez les L3 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par contact à un intervalle de confiance à 95 %

(D0 : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2; D3 : dose 3)

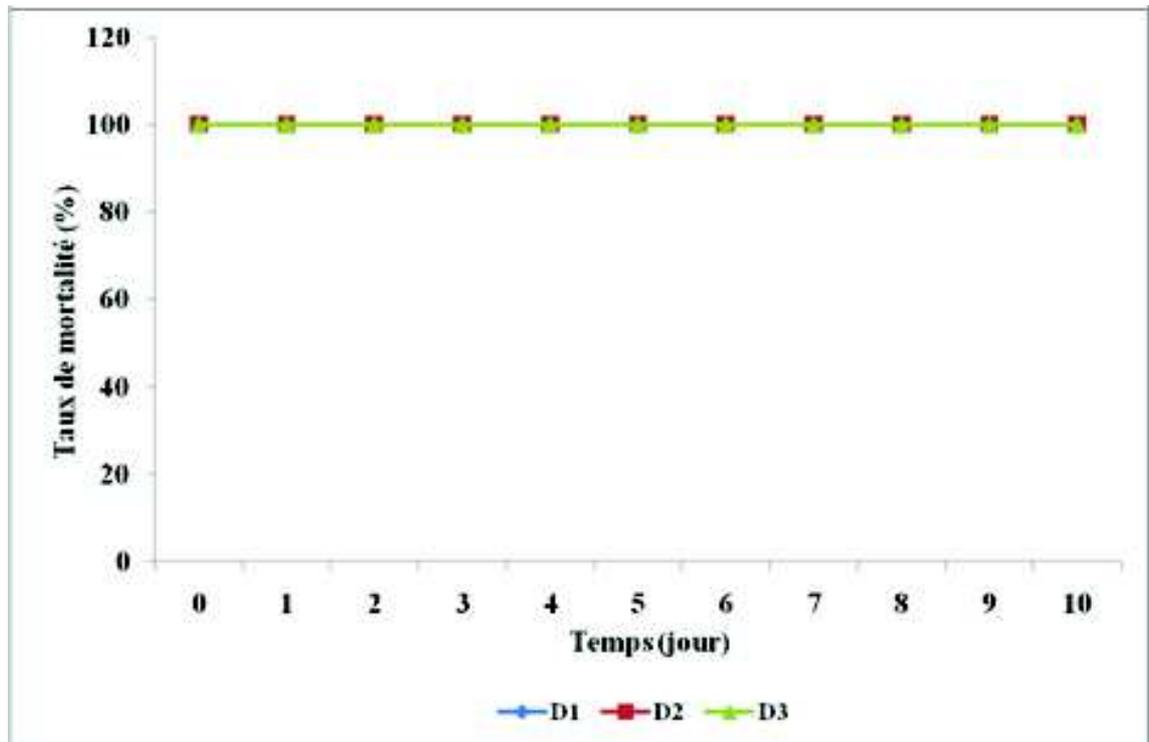


Fig.41- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des L3 du criquet migrateur traitées à l'extrait foliaire du laurier rose par contact

6.4 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L4

- A la dose D1

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact	Jours	Taux de mortalité des L4			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 37: Taux moyen de la mortalité cumulée des L4 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact

- A la dose D2

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact	Jours	Taux de mortalité des L4			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 38: Taux moyen de la mortalité cumulée des L4 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact

- A la dose D3

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D0	0,000	A	
D1	0,545		B
D2	0,545		B
D3	0,545		B

Tableau 39: Taux moyen de la mortalité cumulée des L4 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact

Les résultats du taux moyen de la mortalité journalière cumulée des larves L4 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par contact sont rapportés dans les tableaux n°37,38 et 39 et représentés par la figure n° 42. Les résultats obtenus montrent que ce traitement engendre des mortalités pour les L4 de *L.migratoria* au premier jour de traitement avec un taux de 100%. On note que ce produit agit immédiatement. Concernant les larves témoins le taux moyen de la mortalité cumulée est de 5.55% au 3^{ème} et arrive à 11.11% au 5^{ème} et demeure constant jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement avec l'eau distillée.

Les classements des moyennes pour les L4 traitées par contact à travers le test de Newman- Keuls (SNK) au seuil de 95% sont portés sur le tableau n°40. L'utilisation de ce test révèle l'existence de deux groupements(A) et (B) qui confirment le niveau significativité de cette différence de moyennes observées.

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact	Jours	Taux de mortalité des L4			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 40: Test de comparaisons multiples(SNK) pour la variable traitement chez les L4 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par contact à un intervalle de confiance à 95 %

(D0 : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2;D3 : dose 3)

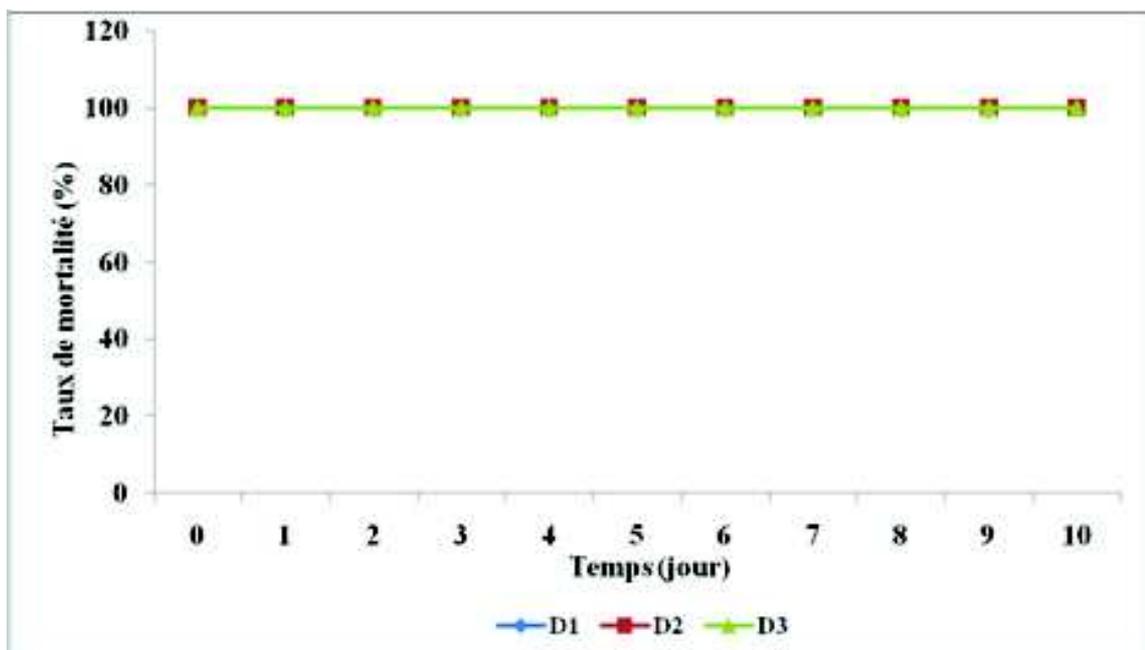


Fig.42- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des L4 du criquet migrateur traitées à l'extrait foliaire du laurier rose par contact

6.5 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L5

· A la dose D1

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact	Jours	Taux de mortalité des L5			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 41: Taux moyen de la mortalité cumulée des L5 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact

· A la dose D2

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact	Jours	Taux de mortalité des L5			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	33,33	100	33,33	55,55
	Jour 1	66,67	100	33,33	66,67
	Jour 2	83,33	100	83,33	88,89
	Jour 3	83,33	100	100	94,44
	Jour 4	83,33	100	100	94,44
	Jour 5	100	100	100	100
	Jour 6	100	100	100	100
	Jour 7	100	100	100	100
	Jour 8	100	100	100	100
	Jour 9	100	100	100	100
	Jour 10	100	100	100	100

Tableau 42: Taux moyen de la mortalité cumulée des L5 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact

· A la dose D3

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact	Jours	Taux de mortalité des L5			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	83,33	50	100	77,78
	Jour 1	83,33	66,67	100	83,33
	Jour 2	83,33	100	100	94,44
	Jour 3	83,33	100	100	94,44
	Jour 4	83,33	100	100	94,44
	Jour 5	83,33	100	100	94,44
	Jour 6	83,33	100	100	94,44
	Jour 7	83,33	100	100	94,44
	Jour 8	100	100	100	100,00
	Jour 9	100	100	100	100,00
	Jour 10	100	100	100	100,00

Tableau 43: Taux moyen de la mortalité cumulée des L5 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact

Les résultats de taux de mortalité journalière cumulée des larves L5 traitées par contact sont portés sur les tableaux n° 41,42 et 43 et illustrés par la figure n° 43. Les larves L5 ont montré une évolution de la mortalité cumulée à travers le temps.

Chez les larves L5 traitées avec l'extrait foliaire du laurier rose par contact, une mortalité de 100% a été enregistrée au premier jour avec la D1, et un début de mortalité de 66.67% à la dose D2 et de 83.33% à la dose D3 au 1^{er} jour. Ce taux atteint 100% à la dose D2 au 5^{ème} jour, et à la dose D3 au 8^{ème} jour. Le taux de mortalité est de 5.55% au 4^{ème} jour chez les larves L5 témoins, et de 16.66% au 7^{ème} jour et il reste stable jusqu'au 10^{ème} jour.

Pour mieux interpréter nos résultats nous nous sommes appuyés sur l'analyse de la variance à trois critères de classification soit le facteur temps et le facteur traitement et le facteur mortalité.

Le tableau n°44, nous montre qu'il y a une différence hautement significative entre le taux moyen de la mortalité des L5 témoins, et ceux traitées par contact. (En effet $F_{obs}=25.424 > F_{théo}$ et $Pr < 0,0001$).

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	13	59,265	4,559	25,424	<0,0001
Résidus	29	5,200	0,179		
Total	42	64,465			

Tableau 44: Analyse de la variance de la mortalité cumulée quotidienne des L5 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par contact

L'utilisation du test de Newman-Keuls (SNK) à intervalle de confiance de 95% a mis en évidence les niveaux de significativité des deux facteurs pris en considération à savoir le facteur traitement et le facteur temps. Ces résultats sont mentionnés dans le tableau n°45.

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D0	0,000	A	
D1	0,545		B
D2	0,545		B
D3	0,545		B

Tableau 45: Test de comparaisons multiples(SNK) pour la variable traitement chez les L5 traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par contact à un intervalle de confiance à 95 %

(D0 : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2;D3 : dose 3)

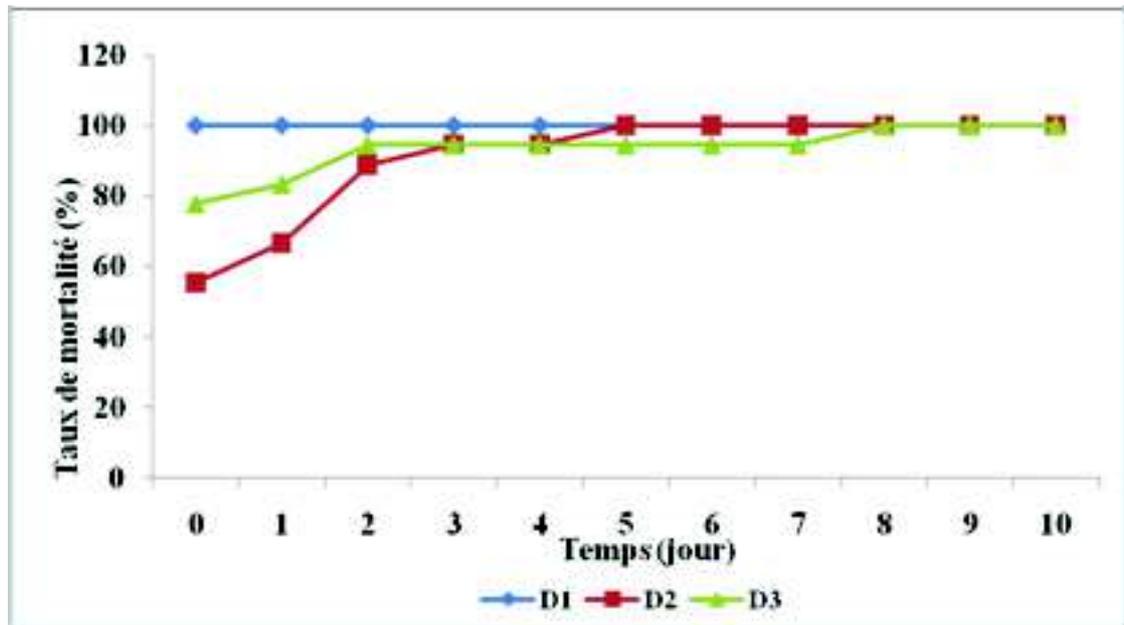


Fig.43- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des L5 du criquet migrateur traités à l'extrait foliaire du laurier rose par contact

6.6 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos

- A la dose D1

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	100	100	100	100

Tableau 46: Taux moyen de la mortalité cumulée des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par contact

- A la dose D2

L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
	Jour 0	0	100	0	33,33
	Jour 1	33,33	100	66,67	66,67
	Jour 2	50	100	83,33	77,78
	Jour 3	66,67	100	83,33	83,33
	Jour 4	66,67	100	83,33	83,33
	Jour 5	66,67	100	100	88,89
	Jour 6	66,67	100	100	88,89
	Jour 7	66,67	100	100	88,89
	Jour 8	83,33	100	100	94,44
	Jour 9	83,33	100	100	94,44
	Jour 10	100	100	100	100

Tableau 47: Taux moyen de la mortalité cumulée des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par contact

A la dose D3

	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact	Jour 0	66,67	100	66,67	77,78
	Jour 1	66,67	100	66,67	77,78
	Jour 2	66,67	100	66,67	77,78
	Jour 3	66,67	100	83,33	83,33
	Jour 4	66,67	100	100	88,89
	Jour 5	66,67	100	100	88,89
	Jour 6	66,67	100	100	88,89
	Jour 7	66,67	100	100	88,89
	Jour 8	66,67	100	100	88,89
	Jour 9	66,67	100	100	88,89
	Jour 10	66,67	100	100	88,89

Tableau 48: Taux moyen de la mortalité cumulée des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par contact

Les taux de mortalité journalière cumulée des imagos, traitées au Laurier rose par contact sont portés sur les tableaux n°46,47 et 48 et illustrés par la figure n°44. Les résultats obtenus montrent une mortalité de 100% à la dose D1, de 66,67% à la dose D2, et avec 77,78% à la dose D3 au 1^{er} jour. Le taux de mortalité atteint 100% à la dose D2, et 88.89 % à la dose D3 et ces pourcentages se maintiennent jusqu'à la fin de l'expérience. On a enregistré chez les témoins un taux de mortalité de 0% qui reste stable tout au long de la période d'essai.

Le tableau n°49 montre l'analyse statistique par l'utilisation de l'analyse de la variance à trois critères de classification (à savoir le facteur : temps, le facteur: traitement, et le facteur : mortalité). Cette analyse a révélé que la différence entre le taux moyen de la mortalité cumulée journalière enregistrée chez les imagos de *L.migratoria* traités par contact avec l'extrait foliaire du laurier rose et celui noté chez les témoins est significative (en effet $F_{obs}=9,031 > F_{théo}$ et $Pr < 0,0001$).

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	13	48,036	3,695	9,031	< 0,0001
Résidus	29	11,866	0,409		
Total	42	59,902			

Tableau 49: Analyse de la variance de la mortalité cumulée quotidienne des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose par contact

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D0	0,000	A	
D3	0,485		B
D2	0,545		B
D1	0,545		B

Tableau 50: Test de comparaisons multiples(SNK) pour la variable traitement chez les imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose par contact à un intervalle de confiance à 95 %

(D0 : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2;D3 : dose 3)

L'utilisation du test de Newman-Keuls (SNK) à intervalle de confiance de 95% a mis en évidence les niveaux de significativité de l'effet du facteur traitement sur les moyennes du taux moyen de la mortalité journalière cumulée obtenues chez les imagos par la présence de deux groupements A et B figurant dans le tableau n°50.

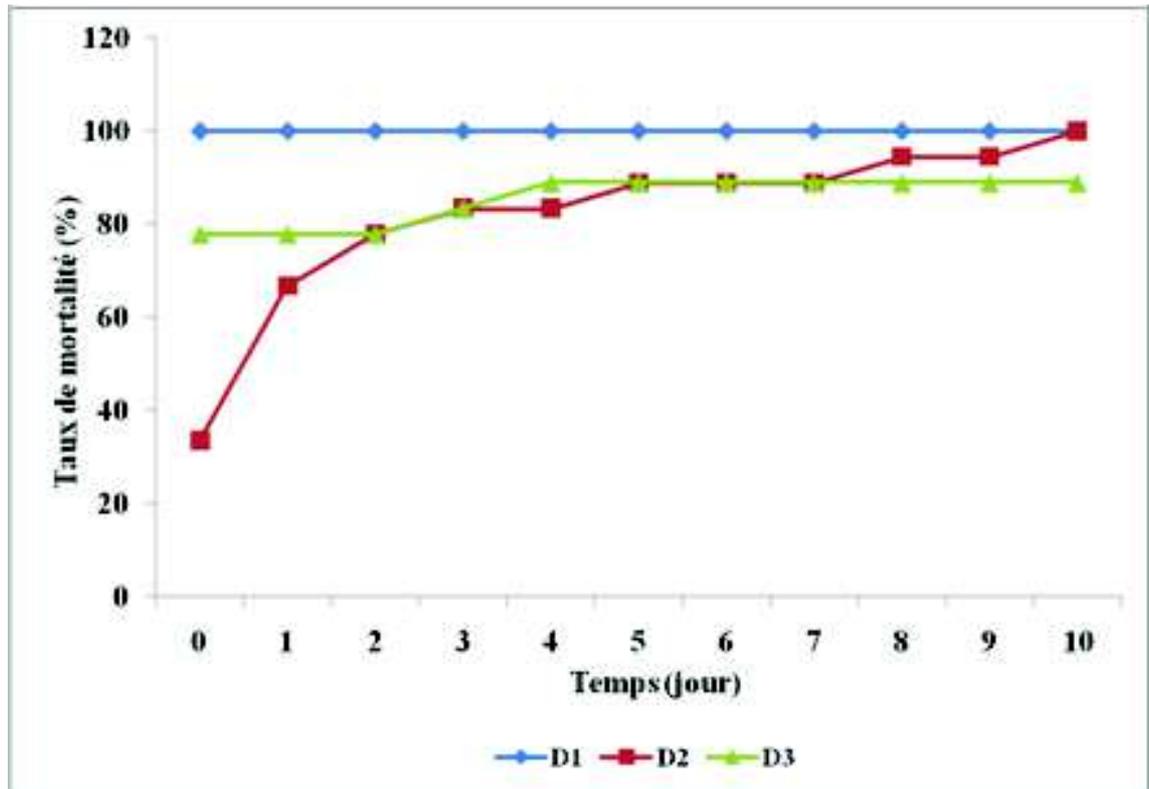


Fig.44- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des imagos du criquet migrateur traités à l'extrait foliaire du laurier rose par contact

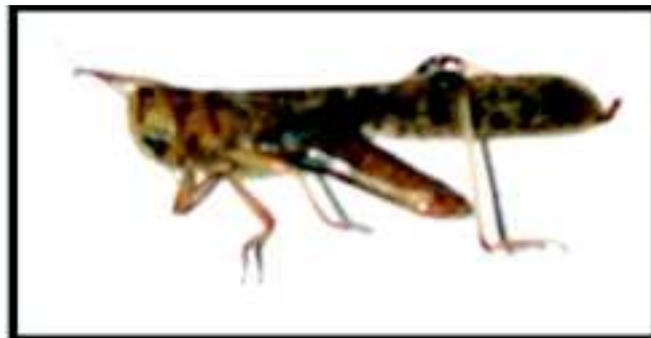


Fig.45-Imagos traités à l'extrait foliaire du laurier rose par contact à la dose D1 (Original, 2010)



Fig.46- Imagos traités à l'extrait foliaire du laurier rose par contact à la dose D2 (Original, 2010)



Fig.47- Imagos traités à l'extrait foliaire du laurier rose par contact à la dose D3 (Original, 2010)

7 - Essai d'efficacité au laboratoire des extraits foliaires du laurier rose sur les imagos de *Locusta migratoria* par ingestion

7.1 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos

- A la dose D1

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par ingestion	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	16,66	100	16,66	44,44
	Jour 2	33,33	100	16,66	50,00
	Jour 3	33,33	100	16,66	50,00
	Jour 4	33,33	100	16,66	50,00
	Jour 5	33,33	100	33,33	55,55
	Jour 6	33,33	100	33,33	55,55
	Jour 7	33,33	100	33,33	55,55
	Jour 8	33,33	100	33,33	55,55
	Jour 9	33,33	100	33,33	55,55
	Jour 10	33,33	100	33,33	55,55

Tableau 51: Taux moyen de la mortalité cumulée des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1 par ingestion

A la dose D2

	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par ingestion	Jour 0	0	0	0	0
	Jour 1	0	0	0	0
	Jour 2	0	16,66	16,66	11,11
	Jour 3	0	16,66	33,33	16,66
	Jour 4	0	33,33	33,33	22,22
	Jour 5	0	33,33	50	27,78
	Jour 6	0	33,33	50	27,78
	Jour 7	16,66	33,33	50	33,33
	Jour 8	16,66	33,33	50	33,33
	Jour 9	16,66	33,33	50	33,33
	Jour 10	16,66	33,33	50	33,33

Tableau 52: Taux moyen de la mortalité cumulée des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par ingestion

A la dose D3

	Jours	Taux de mortalité des imagos			Taux moyen de mortalité
		R1	R2	R3	
L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par ingestion	Jour 0	0	0	0	0,00
	Jour 1	16,66	16,66	0	11,11
	Jour 2	16,66	33,33	0	16,66
	Jour 3	33,33	50	33,33	38,89
	Jour 4	50	50	33,33	44,44
	Jour 5	50	50	33,33	44,44
	Jour 6	50	50	33,33	44,44
	Jour 7	50	50	33,33	44,44
	Jour 8	50	50	33,33	44,44
	Jour 9	50	50	33,33	44,44
	Jour 10	50	50	33,33	44,44

Tableau 53: Taux moyen de la mortalité cumulée des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par ingestion

Les taux de mortalité journalière cumulée des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion sont portés sur les tableaux n°51,52 et 53 et illustrés par la figure n°48.

44.44% de mortalité est enregistré au 1^{er} jour à la dose D1, 11.11% à la D2 au 2^{ème} jour et de 11.11% au 1^{er} jour à la dose D3. Le taux de mortalité est de 55.55% au 10^{ème} jour à la dose D1 et de 33.33% à la dose D2 et de 44.44% à la dose D3. On a enregistré chez les témoins un taux de mortalité de 0% qui reste stable tout au long de la période d'essai.

Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance à trois critères de classifications (le facteur : traitement, le facteur : sexe et le facteur : temps) dans le tableau n°54, ainsi que par l'utilisation du test de Newman-Keuls à intervalle de confiance de 95% illustrés dans le tableau n°55 ci-dessous.

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	13	3,292	0,253	1,248	0,298
Résidus	29	5,886	0,203		
Total	42	9,178			

Tableau 54: Analyse de la variance de la mortalité cumulée quotidienne des imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion

En effet, l'analyse a révélé que la différence entre la mortalité cumulée journalière enregistrée chez les imagos traités par ingestion est non significative, dont la probabilité est de 0,298 ($p > 0,05$).

Modalités	Moyenne	Regroupements	
T	0,000	A	
D2	0,182	B	
D3	0,242	B	
D1	0,303	B	

Tableau 55: Test de comparaisons multiples (SNK) pour la variable traitement chez les imagos traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion à un intervalle de confiance à 95 %

(T : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2; D3 : dose 3)

En plus de la faible prise de nourriture, des tentatives d'accouplement et des changements morphologiques au niveau de la coloration ont été observés chez les imagos mûres de *Locusta migratoria* nourris sur *S. americanum* traités par l'extrait foliaire du laurier rose.

À la dose D1R1 ; des tentatives d'accouplement ont été enregistrées respectivement au 7^{ème} jour entre la femelle F2 et le mâle M2, au 8^{ème} jour entre la femelle F2 et le mâle M3, au 9^{ème} jour entre la femelles F2 et la mâle M3, et au 10^{ème} jour entre la femelle F2 et la mâle M3. Ainsi, une coloration noirâtre des deux premiers segments de l'abdomen de mâle M1 a été signalée au 2^{ème} jour après le traitement (Fig.49.a).

À la dose D1R2 ; on a enregistré une mortalité de 100% des individus au premier jour après le traitement.

À la dose D1R3 ; des tentatives d'accouplement ont été enregistrées au 10^{ème} jour entre la femelle F3 et le mâle M2. Ainsi, une coloration rougeâtre de l'abdomen de la femelle F1 qui a été signalée au 5^{ème} jour après le traitement (Fig.49.b).

À la dose D2R1 ; la mortalité du mâle M3 au 7^{ème} jour, l'apparition d'une couleur rougeâtre de

l'abdomen et des tentatives d'accouplement au 10^{ème} jour ont été marquées.

À la dose D2R2 ; la femelle F3 au 4^{ème} jour présente une coloration verdâtre autour de son appareil buccal (Fig.50.a).

À la dose D2R3 ; des tentatives d'accouplement ont été signalées entre la femelle F3 et la mâle M3 au 9^{ème} jour. Cependant, on remarque la présence d'une coloration noirâtre sur la patte et les deux premiers segments de l'abdomen chez le mâle M au 2^{ème} jour 1, et sur l'appareil buccal chez la femelle F1 au 5^{ème} jour après le traitement (Fig.50.b)

À la dose D3R1 ; on a enregistré une mortalité du mâle M3 au 1^{er} jour après le traitement, et de la femelle F1 et le mâle M2 au quatrième jour.

À la dose D3R2 ; au 3^{ème} jour après le traitement, on a remarqué la présence d'une coloration

blanchâtre sur appareil buccal de la femelle F1 (Fig.51.a)

À la dose D3R3 ; au 3^{ème} jour, les résultats montrent la présence d'une coloration noirâtre des trois premiers segments de l'abdomen et d'une coloration rougeâtre des deux derniers segments et de l'appareil génital chez le mâle M3, et l'apparition d'un liquide rouge marron au niveau du 3^{ème} segment et des fèces rouges chez le mâle M1 (Fig.51.b)

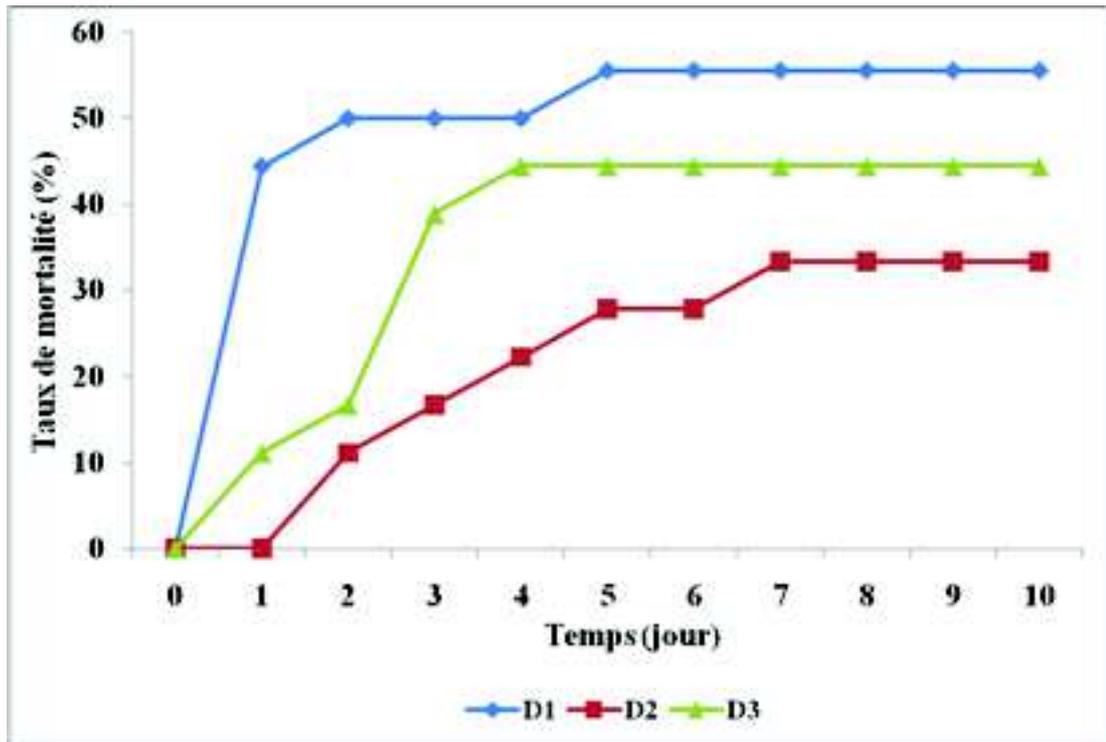


Fig.48- Taux moyen de mortalité journalière cumulée des imagos du criquet migrateur traités à l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion

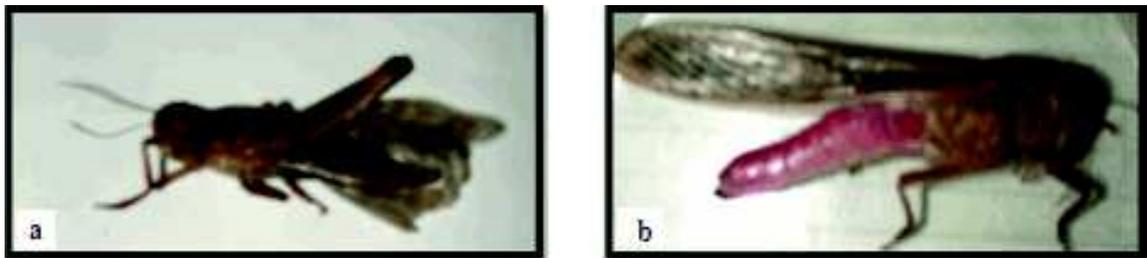


Fig.49- Imagos traités au laurier rose par ingestion à la dose D1 (Original, 2010)

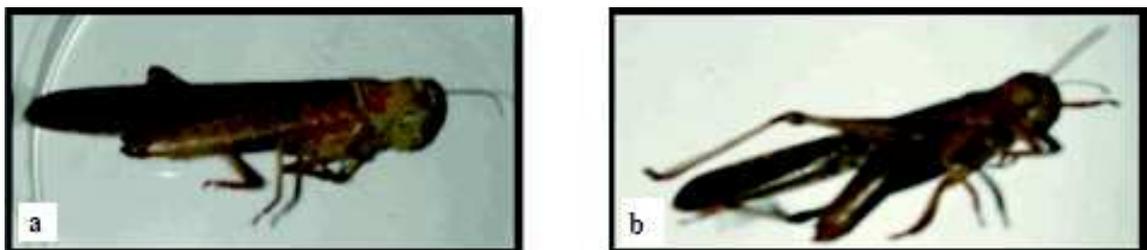


Fig.50- Imagos traités au laurier rose par ingestion à la dose D2 (Original, 2010)

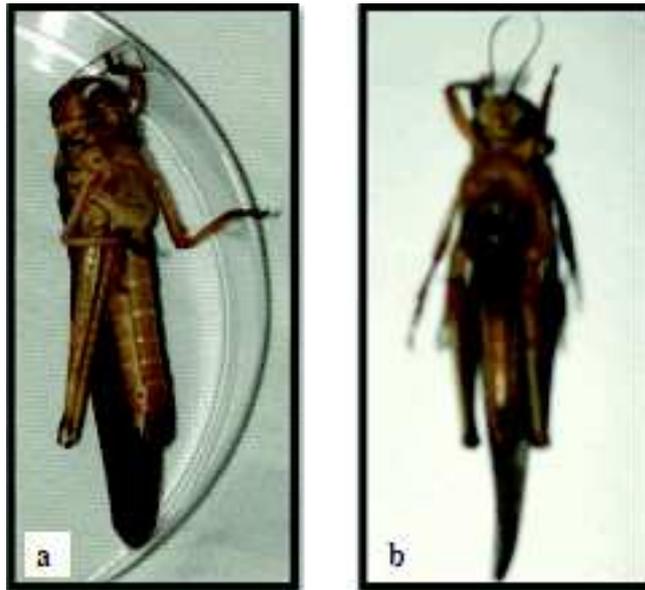


Fig.51- Imagos traités au laurier rose par ingestion à la dose D3 (Original, 2010)

Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance à trois critères de classifications (le facteur : traitement, le facteur : sexe et le facteur : temps) ainsi que par l'utilisation du test de Newman-Keuls à intervalle de confiance de 95%. En effet, l'analyse a révélé que la différence entre la mortalité cumulée journalière enregistrée chez les femelles traitées par ingestion et celle des témoins est non significative ($F_{obs}=15,002$; $p>0,05$). Ces résultats sont consignés dans les tableaux n°56 et 57.

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	13	4,895	0,377	15,002	< 0,12
Résidus	117	2,937	0,025		
Total	130	7,832			

Tableau 56: Analyse de la variance de la mortalité cumulée quotidienne des imagos femelles traitées par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion

Modalités	Moyenne	Regroupements
D2	1,396	A
D3	1,403	A
D1	1,507	A
T	1,515	A

Tableau 57: Test de comparaisons multiples (SNK) pour la variable traitement chez les imagos femelles traitées par l'extraction foliaire à base des feuilles de laurier rose par ingestion à un intervalle de confiance à 95 %

(T : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2; D3 : dose 3)

Quant à la différence des moyennes observées entre les mâles traités et témoins est mentionnée dans le tableau n°58. ($F_{obs}=7,211$; $p<0,05$). L'évolution progressive des taux de mortalité journalière cumulée des individus, appartenant aux lots témoins et traités, notés durant les 10 jours qui ont suivie le traitement s'est avérée également significative

L'utilisation du test de Newman-Keuls (SNK) à intervalle de confiance de 95% a mis en évidence les niveaux de significativité des trois facteurs pris en considération à savoir le facteur traitement et le facteur temps et le facteur sexe (tableau 59).

Source	ddl	Somme des carrés	Carrés moyens	F de Fisher	Pr > F
Modèle	13	2,528	0,194	7,211	<0,0001
Résidus	117	3,155	0,027		
Total	130	5,683			

Tableau 58: Analyse de la variance de la mortalité cumulée quotidienne des imagos mâles traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion

Modalités	Moyenne	Regroupements	
D2	0,921	A	
D3	0,947	A	
D1	1,062		B
T	1,133		B

Tableau 59 : Test de comparaisons multiples(SNK) pour la variable traitement chez les imagos mâles traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion à un intervalle de confiance à 95 %

(T : Témoin ; D1 : dose 1 ; D2 : dose 2;D3 : dose 3)

8 - L'évolution pondérale des imagos de *Locusta migratoria* traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion

Les résultats relatifs au suivi de l'évolution pondérale moyenne des imagos mâles et femelles traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion sont regroupés sur les tableaux n° 60, n°61 et n°62 et illustrés par les figures n°52 et n°53.

Effet du laurier rose (*Nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*Locusta migratoria*)
(Acrididae, Oedipodinae)

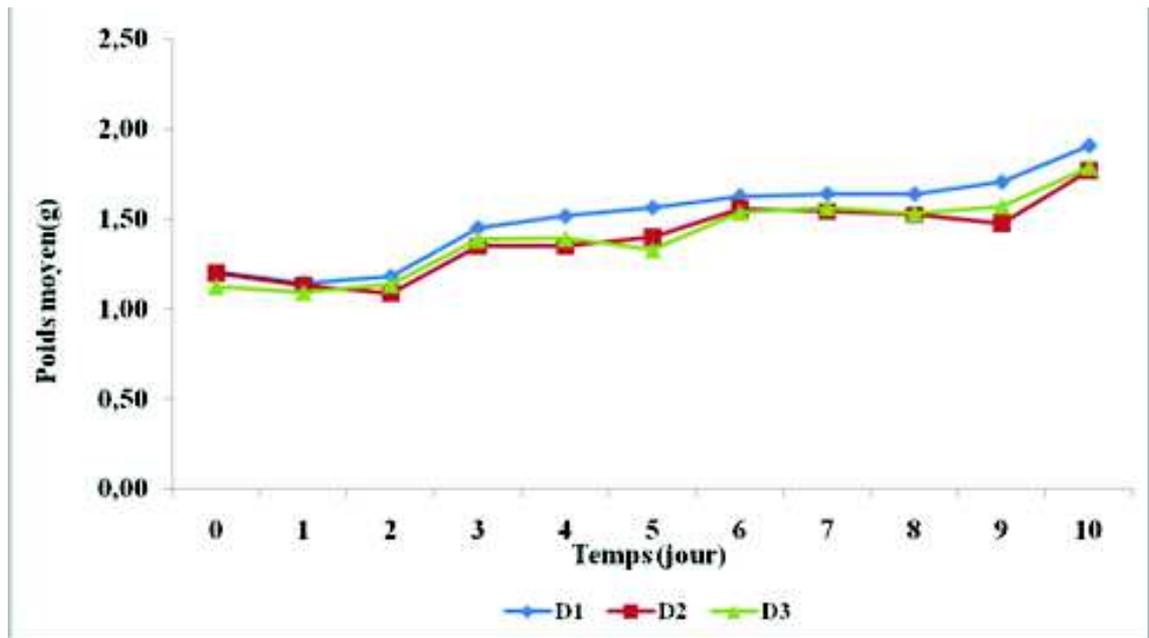


Fig.52- Evolution pondérale moyenne des imagos femelles traitées à l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion (Original, 2010)

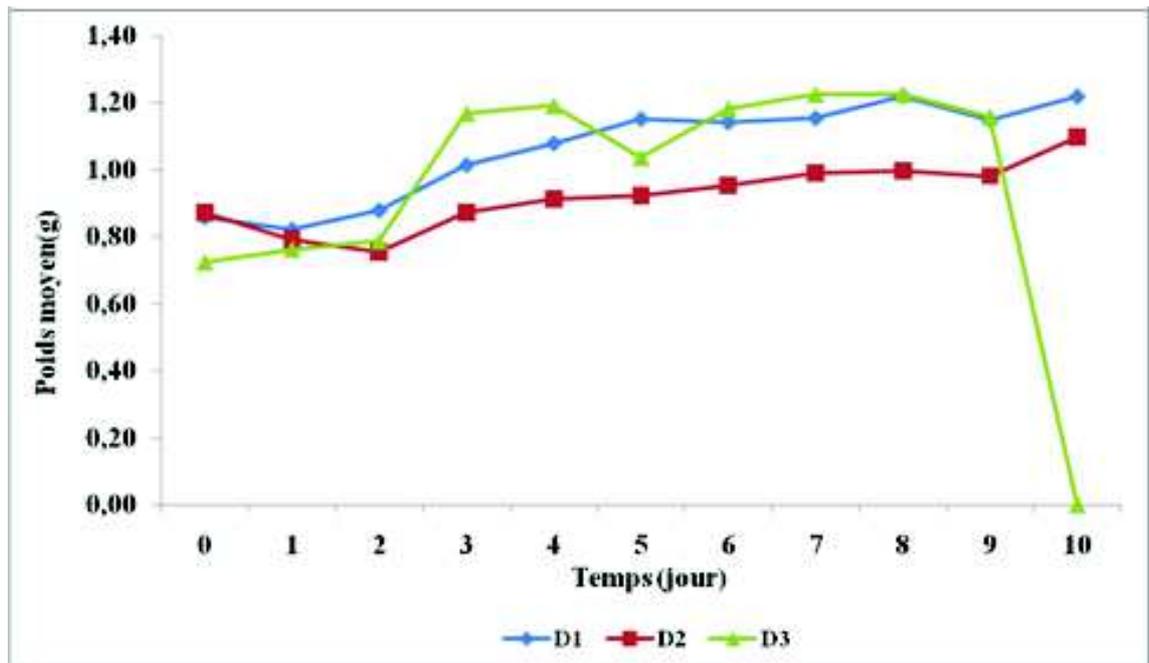


Fig.53- Evolution pondérale moyenne des imagos mâles traités à l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion

	Individus	Poids des imagos mâles et femelles												
		Répétions	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	
L'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1par ingestion	Femelle 1	R1	1,1353	1,0731	1,0112	1,2571	1,2933	1,3316	1,4046	1,3821	1,3799	1,4576	1,6128	
		R2	0,6596	0,5948	morte									
		R3	1,4946	1,3598	1,0394	1,285	1,3775	1,3354	1,3316	1,4046	1,3821	1,3799	1,4576	1,6128
		Moyenne	1,0963	1,0092	1,0253	1,2711	1,3354	1,3316	1,4046	1,3821	1,3799	1,4576	1,6128	
		ET	0,4189	0,3865	0,0199	0,0197	0,0595	0	0	0	0	0	0	
	Femelle 2	R1	1,6126	1,5549	1,507	1,6892	1,7857	1,9606	1,9883	2,0677	2,1096	2,4015	2,227	
		R2	0,981	0,8581	morte									
		R3	1,1154	1,0364	0,9775	1,2588	1,2669	1,2828	1,3577	1,4605	1,4026	1,3749	1,6248	
		Moyenne	1,2363	1,1498	1,2423	1,4740	1,5263	1,6217	1,6730	1,7641	1,7561	1,8882	1,9259	
		ET	0,3327	0,3620	0,3744	0,3043	0,3668	0,4793	0,4459	0,4294	0,4999	0,7259	0,4258	
	Femelle 3	R1	1,0119	morte										
		R2	1,3093	1,1777	morte									
		R3	1,5237	1,3628	1,2821	1,6081	1,6873	1,7369	1,8051	1,7713	1,7811	1,7697	2,1811	
		Moyenne	1,2816	1,2703	1,2821	1,6081	1,6873	1,7369	1,8051	1,7713	1,7811	1,7697	2,1811	
		ET	0,2570	0,1309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mâle 1	R1	0,55	0,5111	mort									
		R2	0,5931	0,5355	mort									
		R3	1,0676	1,0377	0,943	1,1426	1,2621	1,3469	1,3426	1,3676	1,4065	1,3271	1,4923	
		Moyenne	0,7369	0,6948	0,9430	1,1426	1,2621	1,3469	1,3426	1,3676	1,4065	1,3271	1,4923	
		ET	0,2872	0,2972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mâle 2	R1	0,9615	0,8968	0,9235	1,0706	1,1183	1,1783	1,1611	1,1862	1,125	1,1693	1,2376	
		R2	0,9506	0,8066	mort									
		R3	0,8456	0,8633	0,8026	0,9675	1,0271	1,092	1,1273	1,114	1,462	1,1913	1,237	
		Moyenne	0,9192	0,8556	0,8631	1,0191	1,0727	1,1352	1,1442	1,1501	1,2935	1,1803	1,2373	
ET		0,0640	0,0456	0,0855	0,0729	0,0645	0,0610	0,0239	0,0511	0,2383	0,0156	0,0004		
Mâle 3	R1	0,9068	0,8743	0,8315	0,8804	0,9007	0,9716	0,937	0,9426	0,957	0,9357	0,9245		
	R2	1,0726	0,956	mort										
	R3	0,7852	mort											
	Moyenne	0,9215	0,9152	0,8315	0,8804	0,9007	0,9716	0,9370	0,9426	0,9570	0,9357	0,9245		
	ET	0,1443	0,0578	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tableau 60: Evolution pondérale (g) des imagos de *Locusta migratoria* traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D1par ingestion

Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae)

Individus	Poids des imagos mâles et femelles											
	Répétitions	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Femelle 1	R1	1,11	1,0477	0,9974	1,3438	1,2981	1,3079	1,4856	1,5801	1,5578	1,4599	1,7317
	R2	1,1621	1,074	1,0108	1,2945	1,3255	1,3618	1,5581	1,4971	1,4117	1,4275	1,7668
	R3	1,4636	1,3538	1,1732	1,1796	1,1476	morte	morte	morte	morte	morte	morte
	Moyenne	1,2452	1,1585	1,0605	1,2726	1,2571	1,3349	1,5219	1,5386	1,4848	1,4437	1,7493
	ET	0,1909	0,1696	0,0979	0,0843	0,0958	0,0381	0,0513	0,0587	0,1033	0,0229	0,0248
Femelle 2	R1	0,827	0,795	0,7522	0,9106	0,9384	0,9904	1,0108	1,0548	1,0705	1,007	1,2362
	R2	1,3377	1,2607	1,1906	1,3702	1,4624	1,5287	1,6545	1,5289	1,5404	1,5092	1,9336
	R3	0,9042	0,8383	0,7856	morte							
	Moyenne	1,0230	0,9647	0,9095	1,1404	1,2004	1,2596	1,3327	1,2919	1,3055	1,2581	1,5849
	ET	0,2753	0,2573	0,2440	0,3250	0,3705	0,3806	0,4552	0,3352	0,3323	0,3551	0,4931
Femelle 3	R1	1,5699	1,5035	1,432	1,7721	1,7081	1,6275	1,866	1,8819	1,8951	1,7673	2,0985
	R2	1,1584	1,1261	morte								
	R3	1,2507	1,1633	1,1285	1,4751	1,4425	1,5793	1,7407	1,6959	1,6484	1,6637	1,8433
	Moyenne	1,3263	1,2643	1,2803	1,6236	1,5753	1,6034	1,8034	1,7889	1,7718	1,7155	1,9709
	ET	0,2159	0,2080	0,2146	0,2100	0,1878	0,0341	0,0886	0,1315	0,1744	0,0733	0,1805
Mâle 1	R1	0,4424	0,4403	0,5479	0,6751	0,676	0,7029	0,7583	0,7407	0,7989	0,7198	0,8237
	R2	1,0656	1,0112	0,9604	1,1143	1,1274	1,0424	1,1236	1,142	1,1351	1,2238	1,1234
	R3	1,043	0,8264	mort								
	Moyenne	0,8503	0,7593	0,7542	0,8947	0,9017	0,8727	0,9410	0,9414	0,9670	0,9718	0,9736
	ET	0,3535	0,2913	0,2917	0,3106	0,3192	0,2401	0,2583	0,2838	0,2377	0,3564	0,2119
Mâle 2	R1	0,9145	0,8414	0,7442	0,7073	0,7071	0,6975	0,6829	0,6772	0,726	0,7022	0,8906
	R2	1,0151	0,9186	0,8618	0,8517	mort						
	R3	1,1733	1,1218	1,0765	1,3162	1,3845	1,4654	1,4886	1,5003	1,3815	1,3821	1,5707
	Moyenne	1,0343	0,9606	0,8942	0,9584	1,0458	1,0815	1,0858	1,0888	1,0538	1,0422	1,2307
	ET	0,1305	0,1448	0,1685	0,3182	0,4790	0,5430	0,5697	0,5820	0,4635	0,4808	0,4809
Mâle 3	R1	0,5392	0,4989	0,4625	0,5978	0,6066	0,5931	0,6271	mort	mort	mort	mort
	R2	0,9201	0,8482	0,8043	0,9885	1,0206	1,0741	1,1057	1,075	1,1184	1,0982	1,2795
	R3	0,7224	0,6061	0,5677	0,7014	0,7402	0,7663	0,7596	0,7983	0,8168	0,7522	0,8914
	Moyenne	0,7272	0,6511	0,6115	0,7626	0,7891	0,8112	0,8308	0,9367	0,9676	0,9252	1,0855
	ET	0,1905	0,1789	0,1751	0,2024	0,2113	0,2436	0,2471	0,1957	0,2133	0,2447	0,2744

Tableau 61: Evolution pondérale (g) des imagos de *Locusta migratoria* traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D2 par ingestion

Individus	Poids des imagos mâles et femelles											
	Répétions	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Femelle 1	R1	1,1882	1,1295	1,0678	1,0401	morte						
	R2	1,6028	1,6549	1,6004	morte							
	R3	1,1886	1,2241	1,1651	1,4814	1,3681	1,264	1,5943	1,6761	1,553	1,6227	1,7434
	Moyenne	1,3265	1,3362	1,2778	1,2608	1,3681	1,2640	1,5943	1,6761	1,5530	1,6227	1,7434
	ET	0,2393	0,2801	0,2836	0,3120	0	0	0	0	0	0	0
Femelle 2	R1	0,9944	0,9317	0,8687	1,1938	1,2022	1,3209	1,2745	1,2348	1,2351	1,3434	1,4939
	R2	1,0276	1,0784	1,02	1,3709	1,4586	1,2664	1,5351	1,6758	1,824	1,766	2,0686
	R3	1,4607	1,4964	1,3941	1,872	1,6384	1,5118	1,7779	1,7199	1,6812	1,6918	2,0835
	Moyenne	1,1609	1,1688	1,0943	1,4789	1,4331	1,3664	1,5292	1,5435	1,5801	1,6004	1,8820
	ET	0,2602	0,2930	0,2705	0,3318	0,2192	0,1289	0,2518	0,2682	0,3072	0,2256	0,3362
Femelle 3	R1	1,111	0,6861	0,9899	1,3101	1,3353	1,4448	1,4638	1,3899	1,3697	1,4298	1,6224
	R2	0,4152	0,4601	morte								
	R3	1,1269	1,1517	1,0725	1,5142	1,3952	1,2524	1,4929	1,5445	1,5286	1,5448	1,846
	Moyenne	0,8844	0,7660	1,0312	1,4122	1,3653	1,3486	1,4784	1,4672	1,4492	1,4873	1,7342
	ET	0,4064	0,3526	0,0584	0,1443	0,0424	0,1360	0,0206	0,1093	0,1124	0,0813	0,1581
Mâle 1	R1	0,8284	0,7781	0,7317	0,9064	0,9288	1,0165	0,9459	0,8913	0,876	0,9254	1,0209
	R2	0,6164	0,6514	0,5902	0,8715	0,8954	0,7904	0,887	0,9688	1,0534	0,986	0,9908
	R3	0,8324	0,8763	0,8415	mort							
	Moyenne	0,7591	0,7686	0,7211	0,8890	0,9121	0,8835	0,9165	0,9301	0,9647	0,9557	1,0059
	ET	0,1236	0,1128	0,1260	0,0247	0,0236	0,1882	0,0416	0,0548	0,1254	0,0429	0,0213
Mâle 2	R1	0,9712	0,9143	0,8549	0,8348	mort						
	R2	0,7244	mort									
	R3	0,8584	0,8947	0,8845	1,1384	1,0544	0,9058	1,1397	1,1423	1,0926	1,0316	1,2597
	Moyenne	0,8513	0,9045	0,7197	0,9866	1,0544	0,9058	1,1397	1,1423	1,0926	1,0316	1,2597
	ET	0,1236	0,0139	0,1912	0,2147	0	0	0	0	0	0	0
Mâle 3	R1	0,7214	mort									
	R2	0,8357	0,8845	0,832	1,1684	1,1915	1,0361	1,1817	1,2253	1,2261	1,1579	mort
	R3	0,6157	0,6402	0,7413	mort							
	Moyenne	0,7243	0,7624	0,7867	1,1684	1,1915	1,0361	1,1817	1,2253	1,2261	1,1579	0
	ET	0,1236	0,0139	0,1912	0,2147	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 62: Evolution pondérale (g) des imagos de *Locusta migratoria* traités par l'extrait foliaire du laurier rose à la dose D3 par ingestion

Chapitre IV : Discussion

1 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de *Locusta migratoria*

1.1 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 1^{er} stade de *Locusta migratoria*

D'après le tableau n° 9 et la figure n°32, la mortalité de 100% a été obtenue au bout de 120 heures soit 5 jours chez les L1 alimentées par les feuilles du laurier rose.

LEGALL (1989) note que certains phytophages se caractérisent par la consommation de fortes proportions d'une seule espèce végétale qui peut représenter jusqu'à 60 % du régime polyphage préférentiel. La qualité première d'une source alimentaire est d'être convertible en nutriment utilisable dans le développement, le maintien de l'organisme et la reproduction. Il affirme que les criquets ne sélectionnent pas obligatoirement les végétaux les plus riches sur le plan nutritif, car la majorité des plantes contiennent les éléments nutritifs indispensables. Cependant, selon le même auteur, la variation des quantités de plantes ingérées des plantes peut correspondre aux densités relatives des espèces végétales sur le terrain, ou bien résulter d'un choix réel de la consommation de certaines plantes qu'elles soient rares ou abondantes. Lorsqu'un choix se manifeste, les acridiens peuvent consommer les plantes préférées même quand elles sont entièrement déshydratées (**Chapman, 1974 cité par Benhalima et al ., 1984**). On suppose généralement une bonne coïncidence entre l'aliment choisi par l'insecte dans son environnement et la valeur nutritive de cet aliment.

1.2 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des larves du 2^{ème} stade de *Locusta migratoria*

D'après le tableau n°10 et la figure 32, on constate que la mortalité débute au 2^{ème} jour et arrive à un taux de 100% au 7^{ème} jour. Concernant les L2 témoins ce taux est de 5.55% au 2^{ème} jour et atteint un taux de 27.77% au 7^{ème} jour, et de 33.33% au 10^{ème} jour.

On note aussi que la consommation des feuilles fraîches du laurier rose chez les larves L2 est nulle. Ce phénomène est mentionné par **AQUINTY et al . (2006)**, après avoir exposé les feuilles du *Nerium oleander* aux larves L2 de l'espèce *Culex pipiens*. Il explique que les extraits les plus toxiques sont ceux des feuilles du ricin et du bois de thuya et les moins toxiques sont ceux des feuilles du laurier rose.

1.3 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité

journalière cumulée des larves du 3^{ème} stade de *Locusta migratoria*

L'examen du tableau n° 11 ainsi que le graphique n°32 montre un début de mortalité de 11.11% au 3^{ème} jour des L3 de *L.migratoria*, ce taux atteint 100% au 9^{ème} jour. Chez les L3 témoins, on a enregistré un taux de mortalité de 5.55% au 1^{er} jour, 44.44% au 7^{ème} jour et demeure constant jusqu'au 10^{ème} jour après le traitement. On remarque un rejet de feuilles du laurier rose présenté aux larves L3.

1.4 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité

journalière cumulée des larves du 4^{ème} stade de *Locusta migratoria*

Les résultats de taux de mortalité journalière cumulée des larves L4 alimentées par les feuilles du laurier rose sont portés sur le tableau n°12 et illustrés par la figure n°32. Il apparaît que la mortalité est de 100% au 10^{ème} jour. Chez les larves témoins, on a signalé un taux de mortalité de 5.55% au 3^{ème} jour et atteint 11.11% au 5^{ème} jour et restera stable durant toute la période d'essai.

Selon **IDRISSI HASSANI & HERMAS (2008)**, l'alimentation avec *Peganum harmala* des larves L4 du criquet pèlerin provoque très vite une mortalité importante au sein des individus. En ce qui concerne les mues, l'alimentation avec *P. harmala* entraîne un retard du développement : le passage du 4^{ème} au 5^{ème} stade s'est effectué chez 50 % des témoins au 6^{ème} jour pour atteindre 100% au 8^{ème} jour tandis que les traités se sont maintenus à 20% au 5^{ème} stade depuis le 6^{ème} jour de l'expérience jusqu'à la fin de la durée expérimentale où 50 % des témoins ont atteint le stade imaginal.

1.5 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité

journalière cumulée des larves du 5^{ème} stade de *Locusta migratoria*

Le tableau n°13 et la figure n°32 indiquent le taux moyen de mortalité journalière cumulée des larves L5 du criquet migrateur alimentées par le laurier rose. On remarque que la mortalité des L5 a débuté le 1^{er} jour avec un taux de 5.55% alors que chez les témoins, nous avons noté un taux de 5.55% à partir du 4^{ème} jour. Cette mortalité a atteint au bout de 10 jours un taux de 16.66% chez les individus témoins et de 88.89 % chez les larves alimentées par les feuilles du laurier rose. Dans le premier lot de R1, les femelles F1 et F2 ont dévoré M1 et F3 au 4^{ème} jour. Dans le deuxième lot, au 1^{er} jour F3 a dévoré F2, au 3^{ème} jour F1 a été dévoré, au 4^{ème} jour M1, M2 et M3 ont dévoré F3, au 8^{ème} jour M1 a dévoré M2, et au 10^{ème} jour M1 a dévoré M3. Dans le troisième lot, au 8^{ème} jour F3 a dévoré M3, au 9^{ème} jour F2 est morte et les deux premiers segments de l'abdomen sont noirâtres, et au 10^{ème} jour F3 a dévoré F1. Ces criquets ont été dévorés après le rejet des feuilles du laurier rose.

Nos résultats sont confirmés par **HARDOUIN et MAHOUX (2003)**, car ils mentionnent que les orthoptères ne doivent jamais manquer de nourriture sans quoi ils risquent de se faire dévorer par leurs congénères lors d'une mue, moment de faiblesse. En effet, de nombreux auteurs ont montré que la reconnaissance chimique de la plante hôte est dû aux organes sensoriels localisés au niveau des antennes, des tarse, des palpes et des plages sensorielles péribuccales (**HASKELL et SCHOONHOVEN, 1969 ; SINOIR, 1969 ; LEGALL, 1989**). Ces différents niveaux de perception permettent le renforcement ou au contraire l'inhibition de la prise de nourriture. Chez *Locusta migratoria*, il y'a 10 à 15 contacts par seconde avec la surface de la feuille. Pour ce repérage, le criquet dispose de la vision et de l'odorat grâce à ses chimiorécepteurs sur les antennes et les pièces buccales. Le nombre de sensilles consacrées au goût et à l'odorat est très élevé. Il est estimé à 15000 chez le Criquet migrateur adulte et à 12500 chez le Criquet pèlerin (**LAUNOIS-LUONG, 1975**). **HAMADI (1998)**, montre que des cas très rares de consommation ont été enregistrés pour le *Nerium oleander*, *Sapindus utilis* et *Melia azedaeach*. Après la prise de nourriture, *Aiolopus strepens* ne manifeste aucun mouvement jusqu'à sa mort, car le taux de mortalité est de 40 % au 1^{er} jour à 100 % au 5^{ème} jour. Donc malgré que les insectes aient besoin de se nourrir après une longue période de jeûne et après avoir examiné la nourriture, ces derniers montrent un refus envers certains végétaux. Selon (**LEGALL, 1989**), l'insecte choisit sa source alimentaire en fonction des critères visuels, olfactifs ou gustatifs. Le criquet avant d'ingérer un aliment il le palpe, quand il le refuse il reste immobile.

BLANEY et SIMMONDS (1985), montrent que le contact des larves L5 de *Locusta migratoria* avec des pieds de blé entraîne une palpation suivie de morsure et alors l'alimentation continue, par contre les plantes non hôtes *Senecio vulgaris* (le séneçon commun), *Senecio jacobaea* (le séneçon de Jacob), *Brassica oleraceae* (le chou) étaient rejetées, d'abord après morsure suivant la palpation, mais ultérieurement par palpation seule.

RAHAL (1990), ajoute que l'acridien n'a pas de relation spécifique avec la plante et considère que la présence des glycosides dans cette plante ont un effet dissuasif et peut-être même répulsif à la prise de nourriture. Les éléments chimiques dissuasifs appartiennent à de nombreuses familles : alcaloïdes, glycosides, terpènes, tanins, acides organiques et certaines substances inorganiques. Les effets dépendent de leur nature et de leur concentration. Ces éléments affecteraient le comportement alimentaire des insectes, de reproduction et de ponte.

WOODHEAD (1983), signale que les larves de *Locusta migratoria* refusent d'ingérer les jeunes feuilles de *Sorghum bicolor* après avoir palpé la plante. Toutefois, ces feuilles sont utilisées comme source de nourriture à la suite de l'enlèvement de la couche de cire épicuticulaire les recouvrant. Par contre pour les feuillages plus âgés, le contact par les larves est suivi immédiatement de l'ingestion. Cet effet dissuasif des feuilles est dû à la présence des hydroxybenzaldéhydes et des alkènes dans la cire épicuticulaire du jeune feuillage. Il semblerait donc que ce sont essentiellement des facteurs d'ordre chimique qui interviennent dans la reconnaissance et la sélection de la plante.

Selon **BELHADI (2005)**, malgré l'antiappétance exercée sur les L5 du criquet pèlerin, les feuilles de laurier rose n'ont causé aucune mortalité jusqu'au 53^{ème} jour de leur vie, cela est dû à la nature des substances secondaires contenues dans ses feuilles et qui sont probablement soit neutralisées par les enzymes digestives des L5, soit sont présentes à des teneurs faibles, insuffisantes pour provoquer une mortalité élevée.

1.6 - L'effet des feuilles fraîches du laurier rose sur la mortalité journalière cumulée des imagos de *Locusta migratoria*

D'après le tableau n°14 et la figure n°32, la mortalité de 100% a été obtenue au bout de 216 heures (9 jours) chez les imagos alimentés par les feuilles du laurier rose. En effet ce taux est passé de 5,55% au 3^{ème} jour à 100% au 9^{ème} jour. Il apparaît clairement une évolution du taux de mortalité chez les individus femelles et mâles à travers le temps. Cependant chez les imagos témoins, le taux moyen de la mortalité journalière cumulée est nul tout au long de la période d'essai.

Dans la deuxième répétition R2, au 3^{ème} jour on remarque que la femelle F2 a été dévorée par les criquets. Au 7^{ème} jour, les femelles F1 et F3 présentent des segments noirâtres. Dans le troisième lot, au 8^{ème} jour, les F1 et M2 sont morts et leurs 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} segments sont noirâtres.

Ces résultats témoignent d'une consommation nulle de *Nerium oleander*. Ce refus indique bien l'effet dissuasif des substances propre à cette espèce végétale, inhibant par conséquent la prise de nourriture chez les imagos de *L.migratoria*. Le pouvoir toxique de certaines substances bloque certaines séquences de comportement de la prise de nourriture.

Les feuilles de *Nerium* semblent ne pas être appréciées par ces insectes. Lorsque le végétal est présenté aux acridiens, ils se précipitent vers l'aliment qui probablement les a attiré par sa coloration, car selon (FINCH, 1980 ; STAEDLER, 1982 ; PROKOPY et OWENS, 1983), l'insecte choisit sa source alimentaire en fonction des critères visuelsofactifs ou gustatifs, ou même tactiles. Au contact de l'alimentation, on remarque que les imagos témoins commencent immédiatement à se nourrir juste après palpation, alors que pour les imagos nourris par *Nerium oleander* ils restent immobiles. Toutefois, chez *Locusta migratoria* et *Schistocerca gregaria*, il peut y avoir rejet de la plante inhabituelle juste après l'étape de palpation et sans morsure (BLANEY et al., 1985). Selon BEN HALIMA et al (1983), les insectes broyeur semblent satisfaire leur besoins hydriques par l'eau des plantes qu'ils ingèrent. Nous constatons que malgré que *Locusta migratoria* soit affamé il préfère mourir que de consommer les feuilles du laurier rose acridifuges testées.

C'est, toutefois, un ensemble de stimulus physico-chimique qui entrent en jeu dans la perception de la ressource alimentaire (MURALIRANGAN et MURALIRANGAN, 1985).

Selon LEGALL (1989), le criquet sélectionne toujours sa source alimentaire. Il se nourrit sur un végétal lui apportant les éléments nécessaires à son développement et à sa reproduction. On accorde généralement une part essentielle aux processus biochimiques dans la reconnaissance de la plante-hôte, la prise de nourriture et la définition du spectre de plantes utilisables par l'insecte phytophage (CHAMPAN, 1977 a ; KOGAN, 1977 ; DETHIER, 1980).

Pour certaines substances, un effet phagorépuif complet leur caractère toxique. L'azadirachtine est un toxique qui diminue la motilité du tube digestif, ralentit la croissance, perturbe la mue et peut être mortel à des doses de 80 pg/g chez *Locusta migratoria* (MORDUE et al., 1985).

Les acides aminés non-protéiques des feuilles d'*Acacia* (homoarginine, acide pipécolique) ont un rôle phagorépuif marqué vis-à-vis de *Locusta migratoria*. La barrière

constituée par les phagorépulsifs est un des mécanismes les plus efficaces du maintien de l'oligophagie des graminivores (**BERNAYS et CHAPMAN, 1975, 1977**).

Selon **MOUSSA (2000)**, chez les insectes mis en présence de *N.oleander*, la mortalité de 100% a été enregistrée au bout de 552 heures chez *Locusta migratoria* (23 jours) contre 216 heures chez *Anacridium aegyptium* (9 jours). Cependant, sur *Inula viscosa* la mortalité de 100% a été enregistrée au bout de 528 heures (22jours) chez les imagos de *Locusta migratoria*.

HAMADI (1998) signale que des cas très rares de consommation ont été enregistrés pour le *Nerium oleander*. Après la prise de nourriture, *Aiolopus strepens* ne manifeste aucun mouvement jusqu'à sa mort, car le taux de mortalité est de 40 % au 1^{er} jour à 100 % au 5^{ème} jour.

Les résultats trouvés par **TAIL (1998)**, témoignent d'un refus complet et une consommation nulle du *Nerium oleander* et *Melia azedarach* par *Schistocerca gregaria*. Ce refus indique bien l'effet dissuasif des substances propres à ces espèces végétales, inhibant par conséquent la prise de nourriture chez le criquet. Pour les individus expérimentés sur *Nerium oleander*, la mortalité globale a été notée respectivement après 5 jours et 10 jours pour les mâles et les femelles. Entre temps, aucune mortalité n'a été révélée chez les témoins. **DURANTON et al (1987)**, notent que la *Quassia amara* connue par ailleurs pour ses qualités médicinales pour l'homme et répulsive pour les mouches, moustiques et pucerons, s'est révélée un excellent acridicide. La consommation des feuilles de *Quassia* par des larves ou des imagos de *Tropidacris cristata* entraîne leur mort en moins de 24 heures. Inversement, les criquets refusent de consommer *Nerium oleander* et *Melia azedarach*. Les insectes se laissent mourir d'inanition sans toucher à ces plantes. Beaucoup de travaux ont montré la possibilité d'utiliser les substances insecticides assimilées aux anti-appétants contenus dans les végétaux, pour la lutte biologique contre les acridiens. L'effet anti-appétant d'*Azadirachta indica* (neem) et les conséquences létales de la consommation de cet arbuste sur *Locusta migratoria* sont connus depuis longtemps (**MORDUE et al , 1986 ; MORDUE et BLACKWELL, 1993**). Les insectes affamés ont montré des morsures d'essai sur les végétaux, de même nous avons noté que quelques fragments de *Nerium oleander* ont été effrités par l'acridien mais non pas consommés. Il semble que les plantes testées ont repoussé les insectes grâce à leur caractéristique acridifuge.

RAHAL (1990) admet que la dissuasion n'est pas due à des facteurs physiques, mais il semblerait que des facteurs chimiques soient en cause dans la sélection de la plante. **DURANTON et al (1982)** mentionnent qu'après que l'acridien touche une plante, les mécanorécepteurs et les chimiorécepteurs de contact entrent en action. Les stimuli physiques (pilosité, dureté) et les stimuli chimiques (substances volatiles, cires imprégnées de phagostimulants ou de substances répulsives), renseignent l'insecte sur la nature de la plante. Dans la mesure où cette première approche n'a pas dissuadé le criquet, celui-ci poursuit ses investigations en mordant la feuille, la fleur ou la graine. Une véritable analyse physico-chimique intervient alors : qualité des tissus végétaux, teneur en sucres, en sels, en substances inhibant ou au contraire incitant à la prise de nourriture. Les repas durent quelques minutes en continu. Ils sont séparés par des intervalles d'une heure et plus. S'il n'est pas perturbé, le criquet mange jusqu'à ce que son jabot soit plein, ce qui représente environ 15 % du poids du corps. En un jour, un acridien peut consommer l'équivalent en matière fraîche de son propre poids. La quantité de nourriture absorbée dépend de la taille et l'âge physiologique des individus. Les éléments chimiques dissuasifs appartiennent à de nombreuses familles :alcaloïdes, glycosides, terpènes, tanins, acides organiques et

certaines substances inorganiques (sodium, potassium, calcium). Leurs effets dépendent de leur nature et de leur concentration.

D'après **BRUNETON(1993)**, les feuilles du laurier rose contiennent un principe actif vénéneux à base de glucoside toxique particulièrement actif. Les glycosides cardiotoniques sont extraits de végétaux. Ces composés organiques ont une puissante action sur les insectes. Les criquets sont voraces mais restent néanmoins sélectifs. C'est à l'œil et non à l'odorat qu'il repère sa nourriture. Volant ou marchant, il vient se poser sur les végétaux qu'il reconnaît à leur structure verticale. Il explore d'abord la surface de la feuille avec ses palpes, organes tactiles et gustatifs qui entourent sa bouche, puis il la mordille, la goûte et ne se décide à la manger que si cet examen sensoriel est concluant. C'est ainsi, que les criquets migrateurs délaissent les feuilles de *Nerium oleander*, arbre connu pour sa richesse en composés glucosides cardiotoniques. Après avoir donné les feuilles d'olivier fraîches aux individus mâles et femelles de *Locusta migratoria*, **BENDOU(2001)** a mentionné que l'absence de prise de nourriture qualifiée l'état de jeun total suivie de la mort des individus. En effet, un taux de mortalité de 100% a été noté au 6^{ème} jour pour les femelles, et au 4^{ème} jour pour les mâles. Cet aliment végétal exerce un effet répulsif certain et anti-appétant sur le criquet.

LEGALL (1989), signale que l'accessibilité des éléments nutritifs joue un rôle limitant dans le choix des plantes consommées par les criquets. En effet, la prise de nourriture est précédée d'une séquence comportementale de reconnaissance (**SINOIR, 1969 ; LOUVEAUX, 1978 ; MORDUE, 1979;BLANEY et al., 1985**). Ce comportement résulte d'une sorte d'apprentissage, l'insecte associant les stimulus enregistrés par ses palpes avec le rejet qui suit les premières morsures (**BLANEY et SIMMONDS, 1985**) .

Conclusion

La recherche d'une source de nourriture adéquate par les larves passe par la reconnaissance de substances phagostimulantes ou bien répulsives, dont la nature est très variable selon qu'elles attirent l'insecte vers la source alimentaire donc incitent à la prise de nourriture, elles sont dites stimulantes ou attractives, comme c'est le cas du *Stenotaphrum americanum*, ou bien elles repoussent l'insecte ; elles sont alors dissuadantes ou répulsives, comme c'est le cas de *Nerium oleander*. Il ressort de cette étude que les imagos de *Locusta migratoria* présentent des comportements alimentaires différents envers les feuilles du laurier rose testées à l'état frais et les feuilles de gazon témoins. Dès que l'acridien touche une plante les mécanorécepteurs et les chimiorécepteurs de contact entrent en action. L'intervention d'une véritable analyse physico-chimique de ces plantes a mis en évidence la présence d'une substance stimulante détectée chez le gazon témoin et des substances dissuasives trouvées chez le laurier rose testé. Ces substances répulsives inhibent la prise de nourriture. Donc malgré que les imagos du criquet migrateur ont besoin de se nourrir après un jeûne de 48 heures et après avoir examiné la nourriture, ces derniers montrent un refus en vers ces végétaux. Au cours de cette étude, nous avons constaté que les imagos de *Locusta migratoria* refusent de s'alimenter des feuilles *Nerium oleander* après avoir palpé la plante avec les extrémités de leurs antennes et de leurs palpes. L'alimentation a une action directe sur l'évolution et la survie des insectes. Les acridiens graminivores se montrent particulièrement sensibles aux glycosides cardiotoniques présents dans les feuilles du laurier rose et qui ont un effet dissuasif et peut-être même répulsif à la prise de nourriture.

2 - Essai d'efficacité au laboratoire des feuilles fraîches du laurier rose sur les L5 et les imagos de *Locusta migratoria* et leur effet sur l'évolution pondérale

2.1 - L'évolution pondérale des L5 de *Locusta migratoria* alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose

D'après le tableau n° 19 et la figure n°34, nous remarquons que l'effet répulsif de *Nerium oleander* ayant entraîné une prise de nourriture nulle, a provoqué une perte de poids chez les L5 de *Locusta migratoria*. En effet, les moyennes pondérales quotidiennes des femelles L5 alimentées par les feuilles du laurier rose passent de 1.08g à 0.48g respectivement après 24 h et 240 h chez la femelle 1, de 0.91 à 0.38 chez la femelle 2, et de 1.07 à 0.40 chez la femelle 3. Chez les mâles L5, les moyennes pondérales quotidiennes varient de 0.73 g à 0.39g respectivement après 24 h et 240 h chez le mâle 1, de 0.54 à 0.32 chez le mâle 2, et de 0.59 à 0.33 chez le mâle 3. Chez les témoins, pendant que le poids moyen des L5 de *Locusta migratoria* alimentées par le gazon pulvérisé par l'eau distillée augmente, celui des individus alimentés par les feuilles fraîches de laurier rose régresse progressivement. Nous estimons qu'une réduction du poids pourrait être due à un refus de prise de nourriture

BELHADI (2005), a montré que les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et *Nerium oleander* sont très peu appréciées par les larves L5 et les imagos du criquet pèlerin qui ont enregistré des gains de poids très faible comparativement aux témoins.

Conclusion

Il existe au moins deux niveaux de reconnaissance des plantes alimentaires pour le phytophage mobile. Au premier niveau, l'animal doit trouver la plante favorable dans son environnement : vision et olfaction sont les deux moyens utilisés. Ensuite, dans un deuxième temps, une fois la plante localisée, le phytophage confirme son diagnostic par une analyse olfactive proche (contacts antennaires ou avec des récepteurs localisés sur les pattes) et gustative.

2.2 - L'évolution pondérale moyenne des imagos de *Locusta migratoria* alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose

L'étude de l'évolution pondérale nécessite une prise journalière de poids des imagos. Le tableau n° 24 et les figures n° 35 et 36 sont relatifs à l'évolution pondérale moyenne des individus mâles et femelles imagos de *Locusta migratoria* alimentées par les feuilles fraîches du laurier rose. Nous remarquons que l'effet répulsif de *Nerium oleander* ayant entraîné une prise de nourriture nulle, a provoqué une perte de poids.

En effet, les poids moyens des imagos mâles varient de 0.48 g à 0.85 g durant les 10 jours, alors que celui des témoins a varié entre 0.74g et 1.38g. Chez les femelles, il passe de 0.60 g et 1.05 g et ceux des témoins par contre ont été compris entre 1.14g et 1.76 g. Chez les témoins, pendant que le poids moyen des imagos augmente, celui des individus alimentés par les feuilles du laurier rose régresse progressivement. L'évolution pondérale moyenne journalière chez les imagos alimentés par les feuilles fraîches du laurier rose montre une diminution du poids moyen des individus. Cette évolution pondérale

moyenne est significativement réduite ($p < 0,001$) par rapport à celle des témoins. Le poids moyen des imagos alimentés à base de feuilles de laurier rose diminue, cette baisse est significative ($p < 0,001$). D'après le tableau n° 8, on constate que les quantités ingérées par les mâles témoins sont nettement inférieures à celles consommées par les femelles témoins car en plus de leurs besoins métaboliques de croissance, les femelles ont tendance à optimiser leur consommation afin de constituer leurs réserves vitellines. Contrairement aux imagos alimentés par le laurier rose, leur consommation est nulle. Une diminution progressive du poids des individus sous l'influence des feuilles fraîches du laurier rose, est plus marquée chez les imagos que chez les L5.

On constate que les femelles sont plus lourdes que les mâles, quelque soit l'aliment considéré. L'effet répulsif de *Nerium oleander* a entraîné une prise de nourriture nulle et a provoqué ainsi une perte du poids chez l'insecte. L'anti appétence du laurier rose a conduit à un blocage total qui s'est répercuté sur le poids des criquets. Cependant, on remarque qu'il y a un gain de poids régulier pour les individus témoins élevés sur gazon. Les principaux changements se traduisent par un ralentissement de la croissance et du développement, perte importante du poids, et la déshydratation du criquet, sachant que le corps d'un acridien à l'état normal contient de 60 à 75 % d'eau à l'état normal.

De nombreux travaux ont révélé que la sous-alimentation totale entraînant chez les insectes d'importantes altérations physiologiques et biochimiques (**CHAUVIN, 1949**).

En général, selon **HURPIN (1962)**, l'augmentation du poids d'un insecte est liée aux éléments nutritifs contenus dans la plante consommée, un insecte peut ingérer une quantité importante d'un aliment sans cela favoriser sa croissance.

Au cours du jeûne, l'insecte vit sur ses réserves de corps gras, les brûle, et cette combustion libère dans l'organisme une certaine quantité d'eau, dite eau métabolique. La quantité de l'eau tend à diminuer moins que ceux des constituants solides du corps (**MILLOT et FONTAINE, 1937**). Une chute drastique des réserves énergétiques et de certains métabolites de transition, en particulier les lipides, les protéines et le glycogène entraînant par conséquent une baisse de la pression osmotique de l'insecte, et une chute brutale du taux de glucose et de protéines contenus dans l'hémolymphe. À l'état normal, ces constituants sont répartis comme suit : 60 % de protéines, 24 % de glucides, 12 % de lipides, et 4 % de sels minéraux. Après métabolisation des réserves énergétiques ainsi que la cytolysse provoquée par l'inanition, on enregistre une élévation de l'activité enzymatique dans l'hémolymphe. L'augmentation du poids chez les témoins est liée aux éléments nutritifs contenus dans la plante consommée (**HURPIN, 1962**). Comme l'avaient déjà indiqué les travaux de **SOOHOO et FRAENKEL (1966)** et **LOUVEAUX et al (1983)**, la consommation de la nourriture est fonction de la composition de l'aliment.

L'évolution pondérale chez l'acridien est expliquée par sa polyphagie. Il utilise de 20 à 80 % des aliments consommés. L'eau est récupérée par l'iléon et le rectum. Le reste est rejeté sous forme d'excréments, débris alimentaires enrobés de lambeaux de membrane péritrophique. L'excédent nutritionnel est stocké dans le tissu adipeux placé sous le diaphragme dorsal du thorax et de l'abdomen, qui représente 5 à 10 % du poids du corps. Un métabolisme intermédiaire convertit les glucides et les protéines en énergie utilisable par les muscles du vol. Une partie de la nourriture ingérée est gardée sous forme de réserves. Le surplus ou les éléments non digestibles sont éliminés (**LAUNOIS-LUONG, 1975**). Le criquet ne s'alimente presque pas pendant la journée qui suit la mue. La consommation augmente ensuite régulièrement pour atteindre un maximum à l'interstade, puis décroît et s'annule le jour précédent la mue suivante. Ce phénomène se répète à chaque stade larvaire. Chez le très jeune ailé, la quantité ingérée est importante pendant la période de

durcissement de la cuticule, et de développement des muscles du vol, des gonades et du corps gras ; elle diminue ensuite avec l'âge. Le début de la vitellogenèse chez la femelle ailée coïncide avec un accroissement important de prise de nourriture. Le poids des femelles double pendant la période pré-reproductive qui s'étend de la mue imaginale à la 1^{ère} ponte; il subit ensuite des fluctuations au cours des pontes successives et dans l'ensemble diminue régulièrement d'une ponte à la suivante. A chaque ponte, les quantités absorbées baissent sensiblement ; elles augmentent aux interpontes. Les reproductrices âgées s'alimentent de moins en moins, et meurent après un jeûne de 24 à 48 heures. La quantité et la qualité de l'alimentation influencent les caractéristiques de croissance des populations d'acridiens.

Les 7 graminées expérimentées sur les imagos femelles du criquet migrateur malgache *Locusta migratoria capito* durant les 12 premiers jours de vie imaginale en fonction du régime alimentaire en conditions semi-naturelles sont réparties en 3 catégories : *Eragrostis cylindriflor* (le tef), *Cynodon dactylon* (Chiendent pied de poule), et *Aristida congesta barbicolis* (aristide), sont très favorables à la prise de poids des femelles *Heteropogon contortus* (l'Hétéropogon contourné), *Panicum pseudovoeltzkowii* et *Cenchrus ciliam* (cenchrus cilié) constituent un groupe moyennement favorable et *Hyparrhenia rufa* (Hyparrhenia rouge) paraît avoir des qualités alimentaires médiocres. Selon **GHAOUT(1986)**, les variations de composition chimique des plantes, selon leur stade phénologique, sont bien connues pour avoir des conséquences sur les insectes phytophages. Elles entraînent chez ceux-ci des préférences pour un type d'organe particulier et précis de la plante-hôte. Nous avons ainsi montré, par des tests de prise de nourriture, la préférence des criquets pour les feuilles jeunes riches en azote. Le choix des proportions des différents aliments a un effet sur leur comportement de prise de nourriture. Les criquets ont une tendance à consommer plus de feuilles âgées lorsque les feuilles jeunes sont présentes en abondance. Dans la nature, l'insecte dispose d'une gamme de plantes hôtes beaucoup plus large sur lesquelles il complémente ses différents besoins qui ne sont pas forcément réalisés avec une seule espèce de plante. Ce qui expliquerait une diversification des choix du criquet.

TAIL (1998), montre que les femelles de *Schistocerca gregaria* expérimentées sur feuilles de *Nerium oleander*, ont présenté des poids corporels légèrement supérieurs par rapport à celles nourries sur *Inula viscosa* et moins lourds que celles testées sur *Melia azedarach*, par contre chez les mâles les individus élevés sur *Nerium oleander* ont montré une légère supériorité de poids à ceux placés sur *Melia azedarach* et légèrement inférieurs à ceux alimentés sur *Inula viscosa*.

SIMPSON (1982) signale chez *Locusta migratoria* que les mâles et les femelles présentent de nombreuses similarités dans les modes d'alimentation, d'utilisation de la nourriture et de croissance globale et que les différences entre eux sont liées au fait que les femelles consomment plus que les mâles. D'après (**CHAPMAN, 1977b**), le début de la prise de nourriture est généralement suivi par une courte période d'activité locomotrice et immédiatement après les repas, les insectes sont sans réaction et se déplacent peu, au contraire lorsqu'ils sont privés d'aliments, pendant de courtes périodes, c'est par la locomotion qu'ils répondent à toute gamme de stimuli. D'après **MOUSSA (2000)** la prise de poids diffère après présentation à l'acridien d'une plante ou d'une autre. L'effet répulsif du *Melia*, d'*Inula viscosa* et de *Nerium oleander* ayant entraîné une prise de nourriture nulle, a provoqué une perte de poids chez *Locusta migratoria* et *Anacridium aegyptium*. En **2003**, **MOUSSA** a montré aussi que les feuilles d'olivier *Olea europea*, qui ne sont pas consommées par *L. migratoria* dont les individus diminuent de poids puis meurent. Ces feuilles ont un effet répulsif et anti-appétant pour le criquet migrateur. **BELHADI**

(2005), a montré que les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et *Nerium oleander* sont très peu appréciées par les imagos qui ont enregistré des gains de poids très faible comparativement aux témoins. Selon LEGALL (1989), les plantes hôtes convenables sont essentiellement celles qui assurent un bon développement corporel. CHYB et SIMPSON (1990) mentionnent qu'à la période de maturation sexuelle, les individus de chaque sexe, en particulier les femelles, présentent un poids supérieur à celui des mâles étant donné qu'elles ont recours à des quantités considérables de nourriture pour leur maturité ainsi que pour la constitution de leurs réserves lipidiques nécessaires pour l'ovogénèse. Après alimentation des individus mâles et femelles de *Locusta migratoria* directement sur le végétal frais de feuilles d'olivier, une chute de poids est observée chez les imagos (BENDOU, 2001).

Conclusion

La qualité et la quantité de nourriture consommée constituent une condition essentielle pour le développement, la croissance et la reproduction des insectes. Les individus de *Locusta migratoria* expérimentés sur feuilles de *Nerium oleander* ont présenté des poids corporels inférieurs à ceux nourris sur *Stenotaphrum americanum*. L'anti appétence du laurier rose a conduit à un blocage total qui s'est répercuté sur le poids des criquets. La consommation de la nourriture est en fonction de la composition de l'aliment.

3 - Essai d'efficacité au laboratoire de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves et des imagos de *Locusta migratoria* par contact

3.1- Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L1

Comparativement aux témoins, l'extrait de *Nerium oleander* influe de manière très significative sur le taux de mortalité chez les larves L1 traitées par contact. D'après les tableaux n°25,26 et 27 et la figure n°39, on enregistre une mortalité de 100% avec les trois doses juste quelques minutes après le traitement.

Ces résultats sont importants et révèlent une similitude avec ceux obtenus par SCHMUTTERER et al (1993) chez les Meliacées. En effet, ils ont trouvé 93% et 100% de mortalité, suite à une application directe de l'extrait de feuilles et de graines du faux neem sur les larves du premier stade de *Locusta migratoria migratorioides*.

Le traitement avec l'acide gibbérellique sur les larves L1 de *Locusta migratoria* manifeste un taux de mortalité de 100% (ABDELLAOUI et al , 2007).

3.2 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L2

Les résultats de l'impact de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L2 du criquet migrateur sont positifs étant donné que ces extraits ont provoqué une mortalité de tous les individus avec les trois doses, et cela juste après le traitement. Pour les L2

témoins, le taux de mortalité enregistré est de 33.33% au bout de 10 jours. Ces résultats sont mentionnés dans les tableaux n°29,30 et 31 et la figure n°40.

La composition chimique de *Nerium oleander* ont été déjà étudiées par **MADACI et al. (2007)**, et révèlent en plus des flavonoïdes, des acides phénoliques et des tanins. Au regard de ces résultats, nous pouvons supposer que la mortalité des larves L2 des hannetons (*Melolontha melolontha*) traitées par l'extrait hydroalcoolique qui a été préparé à partir de feuilles de *Nerium oleander* est due à ces composés.

3.3 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L3

D'après les tableaux n°33,34 et 35 et la figure 41, nous constatons que les mortalités observées pour chacune des trois doses sur les larves L3 sont supérieures à celles des témoins. Pendant que chez les L3 traitées une mortalité de 100% est enregistrée au bout de 24h pour les doses D1, D2 et D3, les individus témoins mis en présence de *Stenotaphrum americanum* enregistrent un taux de mortalité de 44.44% au bout de 10 jours.

Nos résultats concordent avec ceux de plusieurs auteurs. En effet, d'après **ODJO et al. (1981)**, à l'origine de ses expériences, il envisageait d'évaluer l'effet antiappétant de quelques quassinoides sur les L3 de *Locusta migratoria*. L. La brucéine B, appliquée à la dose de 40 pg/g induit une mortalité de 100 % en 48 h.

ABDELAOUI et al (2007) mentionne que les larves L3 de *Locusta migratoria* sont nettement plus sensibles aux traitements avec l'acide gibbérellique GA3 par rapport aux larves des autres stades. **La mortalité est devenue très faible chez les L3 traitées et ceci semble être dû à une adaptation à la nourriture offerte aux larves survivantes ce qui s'est traduit par une réduction de la mortalité.**

3.4 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L4

Il ressort des tableaux n°37, 38 et 39 et la figure n°42, que la mortalité chez les larves L4 de *L. migratoria* traitées est de 100% pour les doses D1, D2 et D3 au bout de 24 heures. Par contre, elle est de 11.11% après 240 heures chez les larves L4 témoins.

Après avoir exposé des larves du 4^{ème} stade de l'espèce *Culex pipiens* aux extraits du laurier rose pendant 24 h, le taux de mortalité atteint un taux de 100 % à partir d'une concentration de 5 % (**AOUINTY et al. , 2006**).

L'application de l'huile extraite des graines de *P. harmala* sur les larves du 4ème stade de *S. gregaria* provoque un taux de mortalité de 55% pendant les 7 premiers jours avec la forte dose (3 ml), 25 % de mortalité avec la faible dose (2 ml) après dix jours d'expérience tandis que les témoins n'ont pas dépassé les 5 % de mortalité. La mort des larves est précédée par une paralysie dès les premiers jours. Au regard de ces résultats, nous pouvons supposer que la mortalité est surtout due aux alcaloïdes de ces composés (**IDRISSI HASSANI et al., 2002**). En effet, comme le démontre une étude sur l'extrait de *Peganum harmala* appliquée sur *Schistocerca gregaria*, le nombre d'individus traités augmente avec le temps. Les survivants présentent un poids corporel faible (**IDRISSI HASSANI et HERMAS ,2008**).

Aucune détérioration de forme ou de comportement encore moins de la prise de nourriture n'a été constaté chez les larves L4 des deux espèces de *L.migratoria migratoria* et *L.migratoria migratorioides* traitées par contact par l'huile de neem. Elles étaient actives et s'alimentaient aussi bien que les témoins. Aucune inhibition de la prise de nourriture n'a été observée. On enregistre une faible réduction de leurs croissances. Chez les deux espèces, les anomalies morphologiques sont observées chez les larves. Une forte mortalité a été aussi notée sur les larves traitées (MOUSSA, 2003).

3.5 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des larves L5

L'analyse des tableaux n°41,42 et 43 et la figure n°43, ont montré que le taux de mortalité chez des larves L5 traitées augmente en fonction du temps et de la dose utilisée. Car nous avons enregistré une mortalité de 100% chez les larves traitées par la dose D1 au premier jour, à la dose D2 au cinquième jour, et au huitième jour à la dose D3. Chez les larves témoins, le taux de mortalité est de 5.55% au 4^{ème} jour, de 16.66% au 7^{ème} jour et il reste stable jusqu'au 10^{ème} jour.

Selon BELHADI (2005), malgré l'antiappétance exercée sur les L5 de *Scistocerca gregaria*, le traitement par l'extrait foliaire du laurier rose n'a causé aucune mortalité jusqu'au 53^{ème} jour de leur vie, cela est dû à la nature des substances secondaires contenues dans ses feuilles et qui sont probablement soit neutralisées par les enzymes digestives des L5, soit sont présentes à des teneurs faibles, insuffisantes pour provoquer une mortalité élevée.

MOUSSA (2003), signale que le traitement à l'huile de Neem a provoqué une forte mortalité et d'importantes anomalies morphogénitiques et une inhibition de la croissance chez larves L5 de *Locusta migratoria migratoria* et *Locusta migratoria migratorioides*.

La pulvérisation de la solution extraite des graines de *Peganum harmalaa* présenté chez les larves du cinquième stade du criquet pèlerin un retard de la mue imaginale de huit jours et un taux de mortalité de 100% atteint le 16^{ième} jour du début du traitement (ABBASSI et al , 2003). ABBASSI et al ., (2004), signalent qu'un taux de mortalité de 100% chez les larves du 5^{ème} stade de *Schistocerca gregaria* est atteint au bout de 15^{ème} jour du début du traitement à l'extrait d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera* .

Selon OULD EL HADJ et al ., (2005), l'étude de la toxicité des extraits de *Melia azedarach*, d'*Azadirachta indica* et d'*Eucalyptus globulus*, vis-à-vis des larves du cinquième stade de *S. gregaria* révèle une mortalité de 100% est atteinte au bout de 10 jours pour les L5 pour *A. indica*. Elle est pour *M. azerdarach* de 11 jours pour les L5. Les individus traités à l'*eucalyptus* meurent quelques jours plus tard.

Chez les larves L5 du criquet migrateur traitées au henné par contact, on a enregistré un blocage de la mue imaginale suivi par les déformations morphologiques, et un accroissement du poids durant leur développement ont marqué un effet régulateur donc les insectes meurent au moment de la mue et leurs poids arrivent à 1,2g pour les traitées au henné (OUTTAR, 2009).

MWANGI et al ., (1997), signalent que les extraits concentrés de *Melia volkensii* appliqués à fortes doses causent la mort du criquet migrateur ou diminuent leur forme physique en provoquant une paralysie de leurs muscles squelettiques. Les effets obtenus

varient en fonction de la température ambiante. Les doses réduites sont d'autant plus efficaces que la température est élevée, d'où une meilleure efficacité de *M. volkensis* contre les locustes dans les zones désertiques chaudes.

Le taux de mortalité révèle que les larves de L5 de *Schistocerca gregaria* traitées par *Glinus lotoides* ont succombé au traitement dès le deuxième jour. Un taux de 75% est atteint le 14^{ème} jour chez les traitées alors qu'il est de 25% seulement chez les témoins (**OULD AHMEDOU et al , 2001**).

L'application des produits tirés du neem (*Azadirachta indica*) entraînent une mortalité de 100 % en l'espace de 8 à 13 jours, tandis que les extraits de l'espèce *Melia volkensii* ralentissent la croissance des larves et le développement des *S. gregaria* et provoquent une mortalité de 40 % des larves du criquet pèlerin. Bien qu'ici les taux de mortalité n'aient pas été satisfaisants, les essais peuvent tout de même être considérés comme concluants (**NASSEH et al , 1992**). L'étude de l'action des plantes toxiques et de leurs extraits sur la croissance et le comportement de *S. gregaria* a montré que *Melia Azedarach* et *Nerium oleander* sont répulsifs par contre *Inula viscosa* a présenté un effet anti-appétant (**TAIL, 1998**).

ACHEUK et al (2008) ont étudié l'impact toxicologique de l'extrait brut d'un mélange d'alcaloïdes des feuilles et des tiges de *Calotropis procera* et *Pergularia tomintosa* sur les larves du cinquième stade du criquet migrateur, les résultats obtenus montrent que l'effet insecticide de ce traitement s'est traduit par une baisse de la prise de nourriture chez ces larves traitées et qui ne tardent pas pour mourir.

Selon les résultats acquis au cours des travaux réalisés par **DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (2008)**, la pulvérisation des polyphénols extraits à partir de feuilles d'oliviers sur des feuilles de blé ont provoqué 100% de mortalité des individus de *Locusta migratoria* ayant consommé le végétal traité. D'autres plantes ont été testées sur acridiens: *Melia azedarach*, *Nerium oleander*, *Sapindus utilis*, *Inula viscosa* et la sauge. Ces végétaux présentés à l'état frais ou en extraits, se sont révélés acridifuges et acridicides. Ils inhibent la prise de nourriture et causent la mortalité des acridiens L'huile de neem inhibe la croissance et le développement des acridiens. Une diminution du nombre d'oothèques et d'œufs par femelle a été notée.

BARBOUCHE et al ., (2001), ont confirmé que les larves du 5^{ème} stade de *Schistocerca gregaria* traitées par l'extrait méthanolique de feuilles de *Cestrum parqui* ,révèlent une mortalité totale dans un délai de 2 à 4 jours .

3.6- Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos

D'après les tableaux n° 46,47 et 48 et la figure n°44, nous avons remarqué que le traitement par contact a un effet significatif contre les imagos du criquet migrateur en comparaison avec les témoins, par contre il n y a pas de différence significative entre les trois doses

Les imagos traités par l'extrait du laurier rose donnent un taux de mortalité de 100% au 1^{er} jour à la dose D1, et un taux de 100% et 88.89% au 10^{ème} jour respectivement à la dose D2 et D3. Concernant les imagos témoins ce taux est de 0%, tout au long de la période d'essai.

La majorité des imagos traités présentent des mouvements incohérents, des tremblements de leurs appendices ainsi qu'une réduction de leur mobilité. Ces criquets tombent par la suite sur le côté avec les pattes pliées. Après un certain temps on remarque une paralysie qui a précédé pratiquement la mort.

REMBOLD et SIEBER (1981), mentionnent que le traitement des criquets migrateurs avec l'azadirachtine extraite de la graine de *Azadirachta indica*, provoque l'inhibition de croissance, la malformation, la mortalité et la perte de la fécondité par inhibition de l'ovogénèse et de la synthèse ovarienne et ecdystéroïde.

KERRIS et al . (2008) enregistrent une mortalité de 80% chez les chenilles de *Lymantria dispar* traitées par l'extrait de la macération à l'éthanol du laurier rose, et de 40% chez les chenilles traitées par l'extrait de la décoction des feuilles, l'extrait d'infusion de la tige et l'extrait du jus du laurier rose. Cependant, les autres extraits tels que : l'extrait de la décoction de la tige, l'extraction de la sève du laurier rose, les flavonoïdes et l'infusion des feuilles peuvent avoir un effet insecticide plus au moins faible de 20%.

Un traitement avec de l'huile de *Peganum harmala* est effectué sur les imagos femelles de *Schistocerca gregaria*. A la dose 5 µl par individu, une augmentation du poids des imagos a été remarquée. Aucune mortalité n'est signalée chez les imagos traités à cette dose de *P. harmala*, (**IDRISSI HASSANI et al, 2002**).

En effet, comme le démontre une étude sur l'huile de neem appliquée sur *Locusta migratoria migratorioides* a entraîné une mortalité de 20% avec une solution à 0.04 % d'azadirachtine, 45 % avec une solution à 0,1% d'azadirachtine et 90% avec une solution à 0,2% d' azadirachtine (**SCHMUTTERER et al .,1993**).

MOUSSA (2003) a noté une inhibition du développement ovarien et de la fécondité chez les imagos des deux espèces de *L.migratoria migratoria* et *L.migratoria migratorioides* traités par contact et par ingestion par l'huile de neem. Ceci est dû à un déséquilibre hormonal. Diminution des battements cardiaques sont plus importants chez les femelles que chez les mâles.

Ce qui n'est pas le cas pour les résultats trouvés par **BEZAZE (2006)**, qui démentent en effet que le taux de mortalité relevé chez les imagos du criquet pèlerin traités par le laurier rose est un taux relativement faible par rapport aux survivants. En plus de la faible prise de nourriture, des tentatives d'accouplement ont été observées chez les imagos mûres de *S.gregaria* traités par le laurier rose. Ces imagos ont effectué une modification au niveau de l'abdomen, car on remarque une coloration rosâtre tout au long du corps, de même aucune malformation n'a été observée, et des tremblements de l'abdomen surviennent avant de mourir.

De même pour les résultats obtenus par **MOUHOUCHE & BEZAZE (2007)**, qui montrent que le laurier rose (*Nerium oleander*), a manifesté vis-à-vis du criquet pèlerin, une toxicité aigue très faible voire nulle.

Le pourcentage des survivants reste supérieur à 90%. Cependant leur toxicité différée se traduit par une diminution significative de la fécondité des femelles traitées et du taux d'éclosion des œufs. Les extraits de la sauge présentent un aspect particulièrement nocif sur la vitellogénèse de *Schistocerca gregaria*.

Conclusion

En plus de l'influence du végétal frais, nous avons étudié l'action d'un extrait foliaire contenant des hétérosides cardiotoniques des feuilles du laurier rose, sur la mortalité chez les différents stades larvaires et les imagos de *Locusta migratoria* traités par contact. Les

résultats de cette étude montrent que les extraits de *Nerium oleander* testées, agissent à faibles doses sur les larves L1, L2, L3 et L4. On peut déduire que la sensibilité des larves au traitement par contact est liée à la dose, au temps et au stade larvaire visé. Donc l'insecticide présente une bonne efficacité larvicide. L'application du produit par contact, pénètre très fortement à travers la cuticule des larves L1, L2, L3 et L4. Les extraits des feuilles du laurier rose pulvérisés à faibles doses ont une toxicité aiguë et peuvent ainsi être utilisés comme acridicides biologiques. Chez les L5, elle entraîne une mortalité de 100 % à la dose D1 juste après le traitement, à la dose D2 au 5^{ème} jour, et à la dose D3 au 8^{ème} jour. Par contre chez les imagos traités par contact, on a noté une mortalité de 100% à la dose D1 juste après le traitement, à la dose D2 au 10^{ème} jour et une mortalité de 88.89 % est enregistré à la dose D3 au 4^{ème} jour et demeure constante jusqu'au 10^{ème} jour de traitement. Les survivants néanmoins sont dans un état faible et se nourrissent moins que les témoins. Donc, on peut conclure que plus la dose est élevée, plus la mortalité est rapide et importante chez les larves du 5^{ème} stade. Les doses D2 et D3 appliquées sur les larves L5 ont causés plus de mortalité que ceux des imagos traitées. Ceci peut être dû à la résistance des imagos par rapport aux larves.

4 - Essai d'efficacité au laboratoire des extraits foliaires du laurier rose sur les imagos de *Locusta migratoria* par ingestion

4.1 - Effet de l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos

Les résultats de l'impact de l'ingestion du gazon traité par l'extrait foliaire du laurier rose sur la mortalité des imagos du criquet migrateur sont consignés dans les tableaux n°51,52 et 53 et illustrés par la figure n°48.

Le taux de mortalité relevé chez les imagos traités est de 55.55% au 10^{ème} jour à la dose D1, et de 33.33% à la dose D2 et de 44.44% à la dose D3. On a enregistré chez les témoins un taux de mortalité de 0% qui reste stable tout au long de la période d'essai. On remarque que la toxicité du produit dépasse largement les 50% de mortalité par la dose D1 et D3. Ce pourcentage n'est pas atteint à la dose D2.

L'examen des résultats obtenus, nous a permis de constater que les mortalités observées pour chacune des doses sur les imagos sont supérieures à celles des témoins.

L'extrait de feuilles de *Nerium oleander* donne lieu à une perte d'appétit et une chute de poids suivies d'une mortalité de 50% d'individus à la dose D1, 11.11% à la dose D2 et 16.66% à la dose D3 obtenue au bout de 2^{ème} jour.

Immédiatement après la présentation du végétal traité aux imagos, ces derniers se sont rapidement enfuis. Il apparaît que cet insecticide présente un effet répulsif vis-à-vis des imagos de *Locusta migratoria*. En plus de la faible prise de nourriture, des tentatives d'accouplement et des changements morphologiques au niveau de la coloration ont été

observés chez les imagos mûres de *Locusta migratoria* nourris sur *S. americanum* traités par le laurier rose au cours des deux premiers jours. Au 3^{ème} jour, les imagos sont alimentés par du gazon frais. On remarque que ces derniers se sont rapidement dirigés vers le gazon pour s'alimenter.

Comme pour les feuilles à l'état frais, l'extrait du laurier rose pulvérisé sur les feuilles du gazon est aussi catégoriquement rejeté par les imagos. En effet, la présence de substances toxiques inhibent l'alimentation du gazon pulvérisé par l'extraction foliaire du laurier rose par les acridiens. L'action des extraits de *Nerium* sur les acridiens ne résulte pas d'un effet toxique, il s'agit d'un effet répulsif, qui dure plusieurs jours.

De nombreux travaux ont montré l'efficacité des extraits foliaires de plantes toxiques sur la mortalité des insectes. Cependant, il faut noter que d'après **MOUSSA (2000)**, en pulvérisant le végétal par l'extrait du laurier rose, les imagos de *Locusta migratoria* présentent une mortalité de 100% à la dose D1 au bout de 120 heures (5 jours). Par contre ce même taux n'est atteint qu'au bout de 144 heures (6 jours) sur *Anacridium aegyptium*.

Le test réalisé par **CHARA (1987)** sur *Locusta migratoria* avec les alcaloïdes extraits de *Peganum harmala* permis de constater que ces individus acceptent la nourriture proposée si elle contient moins de 10% d'alcaloïdes et au-delà de ce taux ces substances deviennent dissuasives. Par contre, pour l'extrait de *Nerium oleander*, toutes les tentatives d'essais d'ingestion ont échoué. L'action sur *Locusta migratoria* consiste donc essentiellement en un effet répulsif de nature vraisemblablement gustatif.

VOLOKONSKY (1937), note que les cinq espèces d'acridiens étudiées : *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria*, *Anacridium aegyptium*, *Calliptamus italicus* et *Dociostaurus maroccanus*, ne mangent dans aucune condition les feuilles de *Melia*. Des plantes aspergées d'extraits de *Melia* sont épargnées par les acridiens.

Les larves des deux espèces de *L. migratoria migratoria* et *L. migratoria migratoriodes* traitées par ingestion ont dédaigné la nourriture traitée à l'huile de neem, les trois premiers jours. L'azadirachtine inhibe la prise de nourriture et la croissance pondérale (**MOUSSA, 2003**).

HAMADI (1998), a noté qu'*Aiolopus strepens* a beaucoup consommé *Triticum durum* non traité, par contre, cette consommation montre une diminution assez élevée sur l'aliment traité avec l'extrait du *Nerium oleander* préparé par la méthode d'extraction proposée par **PASQUIER et GERBINOT (1949)**. Le taux de mortalité enregistrée chez les individus nourris de blé traité avec *Nerium oleander* atteint 100% au bout de 432 heures soit 18 jours. Selon **TAIL (1998)**, l'extraction foliaire de *Nerium oleander* préparée par la méthode proposée par **BARBOUCHE et al (1995)** pulvérisée sur feuilles de blé a incité la prise de nourriture par les individus du criquet pèlerin. Une mortalité de 100% est enregistrée respectivement le 6^{ème} jour et le 7^{ème} jour chez les mâles et les femelles. Par contre d'une dose de 25 µl de *Nerium oleander* a provoqué une toxicité immédiate et aiguë, avec une mortalité de 100% obtenue au bout de quelques minutes à une heure.

En effet, la présence d'une substance active n'est pas le seul déterminant, sa concentration dans l'organe, est un point capital dans la réalisation du blocage de la prise de nourriture. Ce qui explique la consommation des feuilles de blé trempées dans l'extrait de *Nerium oleander* après avoir été repoussé à l'état frais.

Les phytophages qui consomment les plantes riches en substances toxiques doivent y être insensibles, ou capables de les détruire ou bien les stocker, comme c'est le cas des cardenolides contenus dans *Calotropis procera* (Pommier de Sodome) qui sont stockés par

Poeciloceris bufonius. En ce qui concerne les insectes qui se nourrissent naturellement sur les plantes cyanogènes, ils doivent posséder soit des sensilles insensibles à l'HCN, soit ils sont capables de détoxifier cette substance après ingestion. Quand il y'a ni détoxification, ni stockage, il peut exister une excrétion active des toxines. Ainsi les tubes de Malpighi de *Zonocerus variegatus* sécrètent activement l'ouabaïne alimentaire ce qui ne font pas les tubes de Malpighi de *Locusta migratoria*, moins exposé aux toxines d'origine alimentaire (**LEGALL, 1989**).

Une mortalité de 40% a été enregistrée chez les chenilles de *Lymantria dispar* traitées par ingestion par l' extrait de jus du laurier rose, et de 100% chez les chenilles traitées par l'extraction de la sève du laurier rose, et 20% avec les flavonoïdes Ces produits ont un effet insecticide . Cependant, les autres extraits tels que : l'extrait de la macération à l'éthanol, extrait de la décoction de la tige, extrait de la décoction des feuilles, l'extrait d'infusion de la tige et l'extrait d'infusion des feuilles peuvent avoir un effet insecticide plus au moins faible (**KERRIS et al. ,2008**).

Selon le test de l'impact de l'ingestion des feuilles de blé pulvérisées d'extrait de polyphénols extraits des feuilles d'olivier sur la mortalité des individus du criquet migrateur, **BENDOU (2001)** a enregistré des résultats positifs étant donné que ces extraits ont provoqué une mortalité totale de tous les individus et cela après 6 jours de traitement. Par contre chez les témoins, aucune mortalité n'a été enregistrée. Les extraits de polyphénols de ces feuilles ont un effet toxique certain. En utilisant la méthode d'extraction proposée par **MOMEN et RASMY (1994)** sur *Aiolopus strepens*, on constate que les extraits foliaires d'*Inula viscosa* et de *Sapindus utilis* présentent un effet dissuasif sur la prise de nourriture en provoquant une toxicité aiguë en fonction des doses appliquées (**HAMADI, 1998**).

NASSEH et al. , (1992) ont montré que l'application des produits tirés du neem (*Azadirachta indica*) entraînent une mortalité de 100 % au bout de 8 à 13 jours, tandis que les extraits de l'espèce *Melia volkensii* provoquent la mort de 40 % des larves du criquet pèlerin. De même (**REMBOLD, 1994 ; WILPS et NASSEH, 1994**) signalent qu'*Azadirachta indica* et *Melia volkensii* utilisées dans la lutte contre le criquet pèlerin et le criquet migrateur, provoquent une malformation et une mortalité élevée.

Le test réalisé par **MOUHOUCHE et BOUBEKA(2010)** sur les larves L5 de *Locusta migratoria* présente une mortalité de 26.7% et de 56.7% respectivement pour l'extrait de neem et l'extrait du *Datura innoxia* (La stramoine parfumée) à la plus forte dose D3=20%.

Une mortalité de 100% des larves L5 de *Schistocerca gregaria* nourries de feuilles aspergées d'extraits foliaires bruts d'*Euphorbia guyoniana* est notée au bout du 14^{ème} jour, et de 66.7% chez les adultes (**KEMASSI et al , 2007**). La poudre des feuilles de *Cestrum parquii* incorporée à 2% dans la nourriture provoque chez les larves L5 du criquet pèlerin une mortalité par difficulté de mue (**AMMAR et N'CIR, 2006**).

Les substances actives végétales et les composés toxiques élaborés par les feuilles du laurier rose ralentissent la croissance pondérale et le développement des acridiens. Bien qu'ici les taux de mortalité n'aient pas été satisfaisants, les essais peuvent tout de même être considérés comme concluants, dans la mesure où le ralentissement du développement des insectes et leur reproduction tardive peut également apporter de sérieux avantages.

Conclusion

A partir des résultats obtenus, on peut tirer ces constatations :

- Les feuilles du gazon pulvérisées avec l'extrait foliaire du *Nerium oleander* n'ont pas été consommées par les imagos de *Locusta migratoria*.

- En plus des caractéristiques répulsives, les extraits de plantes testées sur les imagos de *Locusta migratoria* par ingestion ont montré une moyenne influence sur le taux de mortalité à la dose D1 et D3, et une faible influence à la dose D2.
- Ces résultats ont montré que ce sont les composés chimiques du laurier rose, qui en plus de leur action répulsive, inhibent en conséquence la croissance chez les imagos et influencent la reproduction chez les imagos
- Le traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par contact est plus efficace sur les imagos que le traitement par ingestion.

5 - L'évolution pondérale des imagos de *Locusta migratoria* traités par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion

D'après les tableaux n°60,61, et 62, et les figures n° 52 et n° 53, on remarque que le poids moyen des individus décroît les trois premiers jours après le traitement. Dès le deuxième jour, les imagos sont nourris avec du gazon frais. Toutefois, on remarque une augmentation du poids des individus mâles et femelles expérimentés. En effet, l'extrait des feuilles de *Nerium oleander* pourrait renfermer des substances particulières provoquent chez l'insecte un comportement de refus, ce qui entraînerait une prise de nourriture nulle comparant avec l'aliment témoin et par conséquent une décroissance corporelle avec le temps.

D'après **TAIL (1998)**, l'extrait des feuilles d'*Inula viscosa* a un effet anti-appétant qui se répercute sur le poids de *Schistocerca gregaria*. Quant à l'extrait des feuilles de *Nerium oleander*, pourrait entraîner une prise de nourriture plus faible en comparant avec l'aliment précédent.

Chez les imagos des deux espèces de *L.migratoria migratoria* et *L.migratoria migratorioides* traités par ingestion par l'huile de neem, **MOUSSA (2003)** a noté une faible prise de nourriture

BENDOU (2001), note que les individus de *Locusta migratoria* sont alimentés par des feuilles de blé pulvérisées d'extrait de polyphénols extraits des feuilles d'olivier par la méthode décrite par **RIBEREAU- GAYON (1968)** et modifiée par **AMIOT et al (1990)**. En effet, pendant les 2 jours après le test, le poids augmente. A partir du 3^{ème} jour, on remarque une chute du poids qui se prolonge jusqu'à la mort de tous les individus.

Les résultats obtenus après les pesés faites sur les imagos mâles et femelles du criquet migrateur traités par ingestion au henné pour les mâles un poids moyen initial 1,03g. Ce poids augmente au cours du temps jusqu'à un poids moyen final de 1,95g. Quand aux femelles, elles ont débuté leur évolution pondérale avec un poids moyen initial de 1,37g. Ce poids augmente au cours du temps jusqu'à un poids moyen final de 2,97g (**OUTTAR ,2009**).

ABDELAOUI et al ., (2007), montrent que l'ingestion de l'acide gibbéréllique provoque une diminution de la croissance pondérale des larves de *Locusta migratoria migratoria*.

OULD EL HADJ et al ., (2005), confirme que les larves du cinquième stade de *Schistocerca gregaria* mises en présence de chou trempé dans les extraits de neem, de méliá et d'eucalyptus, perdent respectivement 56%, 37% et 19,5% de leur poids initial.

Les larves L5 et les adultes de *Schistocerca gregaria* nourris de feuilles aspergées d'extraits foliaires bruts d'*Euphorbia guyoniana* perdent respectivement 26.9% et 33% de leur poids initial. Il est apparu au vu des résultats que l'effet dissuasif se traduit par une inhibition de la nourriture (**KEMASSI et al , 2007**).

Ces résultats confirment que l'effet des extraits foliaires des plantes toxiques par ingestion inhibent l'évolution pondérale des acridiens, et ceci est dû à l'effet dissuasif de ces derniers.

Conclusion

L'effet anti-appétant des extraits de *Nerium oleander* a réduit la fréquence des repas annonçant ainsi une décroissance pondérale journalière chez les criquets. Le pouvoir toxique de l'extrait a provoqué une perte de poids progressive chez les individus, plus apparente chez les mâles que les femelles.

Les résultats précités nous révèlent une consommation nulle des plantes traitées avec l'extrait de *Nerium oleander*. En effet, la prise de nourriture est inhibée par toutes les doses du laurier rose et le taux de mortalité varie d'une dose à une autre. La plus forte dose D1 a causé une mortalité de 55.55% après 10 jours de traitement.

Locusta migratoria est plus sensible à l'action de traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par contact par rapport au traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion.

Ces résultats ont montré que ce sont les composés chimiques du laurier rose, qui en plus de leur action répulsive, inhibent en conséquence la croissance chez les imagos.

On sait maintenant que les substances actives de *Nerium oleander* ne seront pas ingérées après pulvérisation de l'extrait foliaire sur l'aliment. Ils inhibent l'activité de la prise de nourriture.

Conclusion générale

Les retombées pratiques d'utilisation de substances inhibitrices extraites des plantes hôtes à grande échelle dans le domaine antiacridien sont prometteuses.

Les produits naturels étaient et restent toujours une source inépuisable de structures complexes et diverses vu le rôle que peuvent jouer certains composés purs dans beaucoup d'applications, à savoir l'industrie pharmaceutique, l'industrie alimentaire, l'industrie cosmétique, et la parfumerie.

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, et inhibiteur de la reproduction.

Le travail de notre recherche entrepris dans le cadre de la valorisation des plantes toxiques, nous nous sommes intéressés à l'étude des feuilles fraîches du laurier rose présentées aux différents stades du criquet migrateur *Locusta migratoria* provenant d'une souche récoltée dans le sud algérien de la région d'Adrar. L'élevage de masse de criquet migrateur est conduit au laboratoire. En premier lieu, on a essayé de voir les séquences comportementales de *Locusta migratoria* en présence des feuilles fraîches du laurier rose, ainsi de voir, si ces dernières sont refusées par les criquets. En effet, on a constaté que la recherche d'une source de nourriture adéquate par les criquets migrants passe par la reconnaissance des substances. Les feuilles du laurier rose contiennent des substances qui ont un effet dissuasif et peut-être même répulsif à la prise de la nourriture. Les imagos de *Locusta migratoria* expérimentés sur feuilles fraîches du *Nerium oleander* ont présenté des poids corporels inférieurs à ceux nourris sur *Stenotaphrum americanum*.

En plus de l'influence du végétal frais, nous avons étudié l'action d'un extrait foliaire contenant des substances actives des feuilles du laurier rose, sur la mortalité et les variations pondérales chez les différents stades larvaires et les imagos de *Locusta migratoria*. Les résultats de cette étude montrent que les extraits de *Nerium oleander* testés par contact, agissent à faibles doses sur les larves L1, L2, L3 et L4. Donc l'insecticide présente une bonne efficacité larvicide accompagnée d'une mortalité qui s'inscrit dans un délai de 24 heures. Les extraits des feuilles du laurier rose pulvérisés à faibles doses sont d'une toxicité aiguë et peuvent ainsi être considérées comme des acridicides. Les doses D2 et D3 appliquées sur les larves L5 ont causés plus de mortalité que ceux des imagos traitées. Ceci peut être dû à la résistance des imagos par rapport aux larves. Chez les larves L5, plus la dose est élevée, plus la mortalité est rapide et importante.

En plus des caractéristiques répulsives, les extraits de plantes testés sur les imagos de *Locusta migratoria* par ingestion ont montré dans les conditions de l'expérience ; une décroissance pondérale journalière. Le pouvoir toxique de l'extrait a provoqué une perte de poids progressive chez les individus, plus apparente chez les mâles que les femelles. En effet, la prise de nourriture est inhibée par toutes les doses du laurier rose et le taux de mortalité varie d'une dose à une autre. La plus forte dose D1 a causé une mortalité de 55.55% après 10 jours de traitement. A partir des résultats obtenus, on peut tirer les constatations suivantes:

Effet du laurier rose (*Nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*Locusta migratoria*) (Acrididae, Oedipodinae)

- Les feuilles du gazon pulvérisées avec l'extrait foliaire du *Nerium oleander* n'ont pas été consommées par les imagos de *Locusta migratoria*.
- En plus des caractéristiques répulsives, les extraits de plantes testées sur les imagos de *Locusta migratoria* par ingestion ont montré une moyenne influence sur le taux de mortalité à la dose D1 et D3.
- Ces résultats ont montré que ce sont les composés chimiques du laurier rose, qui en plus de leur action répulsive, inhibent la croissance chez les imagos et par conséquent ont une influence sur la reproduction des survivants.
- Le traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par contact est plus efficace sur les imagos que le traitement par ingestion.

Au terme de ce travail nous pouvons conclure que *Locusta migratoria* est plus sensible à l'action de traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par contact par rapport au traitement par l'extrait foliaire du laurier rose par ingestion, qui dans les conditions naturelles de traitement s'avère inefficace du fait de la diversité de la flore accessible à ce ravageur. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproductif).

Dans le cadre pratique, l'utilisation des extraits par contact de cette plante serait efficace dans une lutte rapprochée des cultures ou des zones névralgiques contre les pullulations acridiennes des périodes de rémissions.

En effet, les produits biologiques les plus intéressants, utilisés en protection des plantes, sont ceux qui ont un impact minimal sur l'ensemble des composantes de l'agro-écosystème sauf pour les ravageurs ciblés.

En perspectives, dans le cadre de notre étude, il serait intéressant de compléter le travail en éclaircissant certains points, tels que :

- Tester d'autres formulations d'extraits.
- Tester d'autres concentrations de l'extrait foliaire du laurier rose.
- Evaluer le taux de pénétration de la solution à travers la cuticule de l'insecte.
- Vérifier l'effet choc des extraits de *Nerium oleander* par contact.
- Elucider le mode d'action de cette substance au niveau de l'organisme de l'insecte.
- Identifier les substances qui sont à l'origine de cette toxicité.
- Il est important de voir si une compilation de molécules de la même famille exercerait un effet répulsif sur d'autres insectes.
- Il est important de voir si une association de molécules de familles différentes exercerait un effet synergique sur la mortalité des L5 et les imagos.
- D'un point de vue pratique, il est important de tester les extraits de *Nerium oleander* en plein champ afin d'évaluer leur efficacité dans le milieu naturel en interaction avec les facteurs biotiques et abiotiques et préparer leur exploitation en tant que biopesticides.
- En dernier lieu, il serait très important d'étendre les investigations à d'autres espèces de plantes non encore testées

Ceci nous amène à dire que l'extrait étudié est caractérisé par une activité acridicide prometteur et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

Références bibliographiques

- ABBASSI K., MERGUAOUI L., ATAY-KADIRI Z. STAMBOULI A., et GHAOUT S. 2003- Activité biologique de graines de *Peganum harmala* sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775). *Journal of orthoptera research*, n°1, Rabat, P.p 71-78.
- ABBASSI K., ATAY KADIRI Z. et GHAOUT S., 2004 -Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (Ait. R. Br) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk 1775). *Zool. Baetica*, Vol. 15, P.p. 153-166.
- ABDELLAOUI K., BENHALIMA K. et BEN HAMOUDA M. H., 2007- Contribution à l'étude des effets de l'acide gibbérélique sur l'embryogenèse de *Locusta migratoria migratoria* (Orthoptera: Acrididae), Département des Sciences biologiques et Protection des végétaux, Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.
- ABUSHUMA F.T., 1968 - Food-plant selection by *Poeciloceris hieroglyphicus* (Klug) (Acrididae : Pyrgomorphidae) and some receptors involved. *Rev.ent. soc. London*, n° 43, P.p 96- 104.
- ACHEUK F., 2000- Effet de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres de la biologie et de la reproduction de *Locusta migratoria* (Orthoptera -oedipodinae). Étude de l'efficacité de deux insecticides de synthèse : Dursban et Decis au laboratoire, et de perturbations histopathologiques du tube digestif. Thèse Magister, Inst.nat.agro. El- harrach, 206 p.
- ACHEUK F., AIT KACI K. et FAZOUANE F. 2008- Evaluation de l'activité biologique des alcaloïdes de *calotropis procera* et *pergularia tomintosa* vis-à-vis des larves du 5ème stade de *Locusta migratoria*: approche histopathologique. XIème Journées Scientifiques du réseau "Biotechnologies végétales/ Amélioration des plantes et sécurité alimentaire" Département de biologie, faculté des sciences, Agrocampus Rennes. Rennes , France, P.p 98.
- AHMED E., 1996- Contribution préliminaire à une recherche quantitative sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orthoptera-Oedipodinae) dans la région d'Adrar. Thèse Ing.Agro., Inst., Univ. Blida, 60p.
- ALBRECHT, F.O., 1967- Polymorphisme phasaire et biologie des acridiens migrants. Ed. Collection GPB Masson et Cie, Paris, 194 p.
- ALFORD M et COMMEAU R ., 1994-Ravageurs des végétaux d'ornement : arbustes ,arbres, fleurs. Ed.inra, P.p 93-102.
- ALLAL-BENFEKIH L., 2006-Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orthoptera-Oedipodinae) dans le Sahara algérien Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Mem.Doc Inst.Nat.Agro.El- Harrach, 140 p.
- AMER SAA .& RASMY AH., 1993- Sable that effects some foliar extracts, having aricidal propecties, on the biology of the two spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Bull Zool So, Egypte* ,n°41, P.p99-103.

- AMIOT M. T. , TACCHINI M., FLEURIET A. e MACHEIX J.J., 1990- Le processus technologique de désamérisation des oliviers : caractérisation des fruits avant et pendant le traitement alcalin. *Sciensec des aliments*, n°10, P.p 619- 631.
- AMMAR M. et N'CIR S., 2006-Action des feuilles de *Cestrum parqui* incorporées en poudre dans un milieu artificiel sur le tube digestif et la digestion chez *Schistocerca gregaria* Forska., au 5^{ème} stade larvaire. Actes du congrès international d'entomologie et de nématologie, Institut national agronomique d'El-Harrach, Alger, P.p 261- 267.
- ANONYME, 1982-The locust and grass shopper agricultural manual. Cent. Overs. Pest. Rese., London, 690p.
- ANONYME, 2009- Laurier-rose, *Nerium oleander* arbuste de la famille des Apocynacées ([Frangipanier](#) , Laurier-rose, [Thevetia peruviana](#)).
- AQUINTY B, OUFARA S , MELLOUKI F , MAHARI S., 2006-Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* , Vol. 10, n°2, P.p 67 -71
- APPERT J. et DEUSE J., 1982- Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maison Neuve et Larose, Paris, 419 p.
- AUBINEAU M., BERMOND A., BOUGLER J., NEY B. et ESTRADE J.R., 2002- Larousse Agricole. Le monde agricole au 21^{ème} siècle .Ed. Larousse, Canada ,767p.
- BADARA D., 2005 - Le neem : l'antipaludéen et l'insecticide naturel -A la découverte d'un arbre aux multiples propriétés.
- BALACHOWSKY A. et MESNIL L., 1936- Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leur destruction. Ed. Etablissement Busson, T. II, vol. III, Paris, P.p 1662- 1686.
- BARBOUCHE N., BEN SALAH H., BEN HAMOUDA M.H et AMMAR M., 1995- Incidences de l'alimentation à base de feuilles d'olivier (*Olea europea*) sur l'ovogénèse chez *Schistocerca gregaria* Forskal. Ann.I..N.R.A.T. , n° 68, Tunisie, P.p 31- 44.
- 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.* 5(2), pp. 85–90.
- BARTON-BROWNE L., MOORHOUSE J.E. & VAN GERWEN A.C.M., 1975 - Sensory Adaptation and the regulation of meal size in the Australian Plage locusts *Chortoicetes terminifera*. *Insect Physiol.*, n° 21, P.p 1633-1639.
- BAZIZ B., 1996- Etude comparative des régimes alimentaires de la chouette effraie *Tyto alba* (Scopli, 1759) au barrage de Boughzoul et dans un parc d'El-Harrach, Thèse Magister, Inst.nat.agro El-harrach, 249p.
- BELAYNEH Y.T., 2001 -Lutte d'urgence contre le pullulement transfrontalier de ravageurs en Afrique et en Asie- Washington, 41 p.

- BELHADI A., 2005-Impact de quelques plantes sur certains paramètres biologiques et physiologiques du criquet pelerine *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) en conditions contrôlées. Thèse. mag. sci. Agr. Inst. Nat. Agro., El-harrach, 106p.
- BELLMAN H., 2006- Insectes et principaux Arachnides- Identification, métamorphose, protection. Ed. Vigot, Paris, page 86.
- BELLOULA L., 1990- Etude préliminaire d'orthoptères de trois stations dans la région d'Aïn- Yagout (Batna) .Thèse Ing.Agro.,Inst.,Alger,48p.
- BENDOU R., 2001- Contribution à l'étude anatomique et histophysiologique de l'appareil digestif de *Locusta migratoria* (Orthoptera-Oedipodinae), Action des extraits de polyphénols totaux de feuilles d'olivier (*Olea europea*) sur tractus digestif du criquet migrateur, Thèse. mag. sci. Agr. Inst. Nat. Agro., El-harrach, 163p.
- BEN HALIMA T., LOUVEAUX A. & GILLONY., 1983 -Rôle de l'eau de boisson sur la prise de nourriture sèche et le développement ovarien de *Locusta migratoria migratorioides*. *Ent. exp Appl.*,Amsterdam, n°33,P.p 329-335.
- BEN HALIMA T., GILLON Y. & LOUVEAUX A., 1984 -Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthopt. Acrididae). Choix des espèces en fonction de la valeur nutritive. *Acta Oecologica. Oecol.Gener.*, n°5, P.p 383-406.
- BENICHOU-REDOUANE K. et FUZEAU-BRAESCH S., 1982- Comparaison des taux d'octopamine chez *Locusta migratoria cinerascens* grégaire, solitaire et solitarisé au gaz carbonique, dans différents organes nerveux. *C.R. Ed. Acad Sc. Paris,T. 294*, série III, P.p. 385-388.
- BENISTON N .W. 1984- Les fleurs d'Algérie .Ed.E.N.A.L, Algérie, 359p.
- BEN SALAH N., ZAGHDOUDI I., ZHIOUA M., HAMOUDA C., AMAMOU M. et THABET H. ,2000 - Quelques spécialités de chez nous : intoxication par les plantes, le chloralose et le methanol,intoxication par les plantes en Tunisie, P.p9-10.
- BERNAYS E.A., 1977 - The physiological control of drinking behaviour in nymph of *Locusta migratoria* *Physiol. Ent.*,n° 2,P.p 18-20.
- BERNAYS E.A. & CHAPMAN R.F., 1973 - The role of food plants in the survival and development of *Chortoicetes terminifera* (Walker) under drought conditions. *Australie*,n ° 21, P.p 575-592.
- BERNAYS E.A. & CHAPMAN R.F., 1975 - The importance of chemical inhibition of feeding in host- plant selection by *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt). *Acrida* ,n°4, P.p83-95.
- BERNAYS E.A. & CHAPMAN R.F., 1977 - Deterrant chemicals as a basis of oligophagy in *Locusta migratoria* (L.). *Ecol. Ento- mol.*, 2, 1-18.
- BEZAZE G., 2006- Effet de quatre extraits végétaux sur la biologie du criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae).Thèse Ing.Agro.,Inst., Inst.nat.agro. El-harrach, 74 p.
- BIANCHINI F et CORBETTA F., 1975-Atlas des plantes médicinales .Ed. Fernand Nathan, Paris, 243p.
- BLANEY W.M. & CHAPMAN R.F., 1970. -The functions of the maxillary palps of acrididae (Orthoptera).*Entomol. Exp. & Appl.*,n° 13,P.p 363-376.

- BLANEY W.M. & SIMMONDS M.S.J., 1985. -Food selection by locusts:the role of learning in rejection behaviour. *Ent. Exp. & Appl.*,n°39,P.p 273-278.
- BLANEY W.M., WINSTANLEY C. & SIMMONDS M.S.J., 1985 -Food selection by locusts: an analysis of rejection behaviour. *Ent. Exp. & Appl.*,n°38,P.p 35-40.
- BLUM A., 1983- Detoxification, desactivation & utilization of plant compounds by insects In plant resistance to insects. Ed.Hedlin P. A. P.p 255-275.
- BONFILS J., BRUN P. et BOTELLA L., 1980-Essai de lutte contre les acridiens nuisibles du corse par l'introduction de *Mylabris variabilis* pall, (*Coléoptera, Meloïdae*) .*Bull.sci.his.nat.du corse*, n°632-633, T.10, P.p.93-102.
- BONNEMAISON L., 1961 - Les ennemis animaux des plantes cultivées et forêts.Ed. Sep, Paris, Vol.1, P.p 337-341.
- BONNIER G et DE LAYENS G ,2001- Flore complète portative de la France, de la Suisse et de la Belgique, Ed.Belin, Paris, 425p.
- BOUKEF M.K., 1986- Les plantes et la médecine traditionnelle et pharmacopée Tunisienne. Ed. Agence de coopération culturelle et technique, P.p 63-64.
- BRADY B. L. K., 1979- *Beauveria brongniartii*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, n° 603.
- BROSSE J., 2004- Larousse des arbres- Dictionnaire des arbres et des arbustes. Ed.Larousse, Montréal, 576 p.
- BRUNETON J., 1993 - Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Ed. Lavoisier, Paris, 452 p
- BUTLER C.G. and INNES J.M.A., 1936- A comparison of the rate of metabolic activity in the solitary and migratory phases of *Locusta migratoria*(Proc.Roy.Soc),P.p25.
- CANNING E. U., 1953- A new microsporidian *Nosema locustae* n. sp., from the fat body of the Africa migratory locust *Locusta migratoria migratorioides* R. and F. *Parasitology*,n° 43, P.p 287-290.
- CHABOUSSOU F., REMAUDIERE G., ROERICH R. et VERDIER M., 1947- Evolution de l'invasion du criquet migrateur (*L. migratoria* L.) dans les Landes de Gascogne en 1946.Ed. C.R. Ac. Agric.France, n°33 : 341-345.
- CHABOUSSOU MM.F., ROEHDRICH R., LABAYRIE V.,1948 - Régression de la populaton du criquet migrateur *Locusta migratoria gallica* Remaudière, dans les landes de Gascogne an1948.Académie de l'agriculture de France, P.p1-3.
- CHAPMAN R.F., 1977 a -The chemical inhibition of feeding by phytophagous insects: a review. *Bull. ent. Res.*,n°64,P.p 339-363.
- CHAPMAN R.F., 1977 b. - The role of the leaf surface in food selection by acridids and other insects. Colloques Internationaux du C.N.R. S., n°265. *Comportement des insectes et milieu trophique*, P.p132- 149.
- CHAPMAN, R.F. & ROBERTSON, I.A.D. , 1958-The egg pods of some tropical African grasshoppers. *J. Ent. Soc. S. Africa*,T.21, Vol.21,n°11,P.p 85-112.
- CHAPUIS M.-P, LOISEAU A., MICHALAKIS Y., LECOQ M. & ESTOUP A., 2005- Characterization and PCR multiplexing of polymorphic microsatellite loci for the locust *Locusta migratoria* . *Molecular Ecology Notes*,n° 5 ,P.p 554–557.

- CHARA B., 1987 -Étude comparée de la biologie et de l'écologie des *Calliptamus barbarus*(Costa, 1836)et de *Calliptamus wattenwylia*- NUS (Plantel, 1896) (Orthoptera. Acrididae) dans l'ouest algérien.Thèse Docteur-Ingénieur de l'université d'Aix-Marseille, 190 p.
- CHARNOT A., 1945- La toxicologie au Maroc. Mémoires de la société des sciences Naturelles du Maroc, P.p 9- 475.
- CHAUVIN R., 1949- Physiologie de l'insecte. Les grandes fonctions, le comportement Ecophysiologie, I.N.R.A., France,618p.
- CHAUVIN R., 1956-Physiologie de l'insecte –Le comportement, les grandes fonctions, Ecophysiologie. Ed. INRA, Paris ,917p
- CHOPARD L., 1943-Orthoptères de l'Afrique du Nord .Ed.Librairie Larose, Paris, Coll. « Faune de l'empire français », T.1, 450p.
- CHOPARD L., 1965- Atlas des Aptérygotes et orthoptères de France.Ed.N. Boubée and C^{ie},Paris, Vol.2, 82p.
- CHYB S. & SIMPSON S.J., 1990- Dietary selection in adult Locuste migratoria.Ent.Exp.App., n°56, P.p 47- 60.
- CLAVERIE I et HEDDE H., S.D- Pharmacie générale-toxicologie : mécanismes fondamentaux, page 51.
- CLOUTIER C. et CLOUTIER C., 1992- Les solutions biologiques de lutte pour la répression d'insectes et acariens ravageurs des cultures, P.p 19- 88. In VINCENT C et CODERRED D., la lutte biologique. Ed.Graïtem Morin, Quebec, 671p.
- CONDON W. J. et GORDON R., 1977- Effects of the mermithid nematode *Mermis nigrescens* on the level of haemolymph and fecal uric acid in its hos, the migratory locust *Locusta migratoria*. Canadian Journal of Zoology 55 :690-692.
- COUNTIN R et HOGREL R., 1998 - Le criquet migrateur africain,Conditions générales de l'élevage, P.p 18-20.
- COUTURIER A., REMAUDIERE G. et ARNOUX., 1946- Etat actuel de l'invasion du criquet migrateur(*L. migratoria* (L.) dans les Landes de Gascogne,. Ac Agric. France, n° 32, P.p 226-231.
- CRESSMAN M., 2006- Lutte biologique contre le criquet pèlerin- Nouvelles armes face à un ennemi ancestral, Rev. terre et vie, n °99, P.p 2-4.
- CROSBY D.G., 1966- Natural pest control agents. in Gould.Ed. Natural Pest Control Agents. *Adv. Chem. Ser. n° 53*, P.p. 1-16.
- DANEL V.,S.D- Intoxication par les plantes, intoxication aiguës en réanimation, P.p 570-571
- DEFAUT B., 2005- Sur la répartition de *Locusta migratoria migratoria* (L.) en France(Caelifera,Acrididae,Oedipodinae). Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques, n°10,P.p 81-86 .
- DEFAUT B., 2006- Eléments pour la Faune de France des Caelifères : A propos *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781) (Caelifera, Acrididae, Oedipodinae. Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques, n° 11, P.p 59-61.

- DEJEAN ARRECGROS J ., 1978- Petit guide panoramique de la flore méditerranéenne. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, P.p 26.
- DELILLE L., 2007- Plantes médicinales d'Algérie, Ed. BERTI, Alger, P.p 141-142,
- DETHIER V.G., 1980 - Mechanism of host-plant recognition. *Ent.exp.Expl*, n°31,P.p 49-56.
- DIRSH, VM. 1959- The early stages of *Gastrimargus nigericus* Uvarov, 1926 (Acridoidea, Orthoptera). on *Locusta*, n° 6 ,P.p 65-72.
- 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. Thès. Mag. sci. agro., Inst. nat. agro., El Harrach, 155p.
- DORN A., WIESEL G.& SHNEIDER M., 1994- Juvenile hormone analogues in locust control. in new trends in locust control, Ed. Skrall. H. Wilps, Institute of Zoology, University of Mainz, Germany, P.p 91-106.
- DOUMANDJI S. E et DOUMANDJI-MITICHE B, 1994-Criquets et sauterelles (acridologie). Ed. Off Pub. Univ., Alger, 99p.
- DOUMANDJI S. E et DOUMANDJI-MITICHE B, 2008- Quelques agents biologiques susceptibles d'être utilisés en lutte antiacridienne, Institut des régions arides, Médenine, Tunisie, Revue des régions arides, no21, P.p 1154-1158
- DOUMANDJI S., HALOUAN F., OULD EL HADJI M.D., TANKARI A., 2006 – Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskål, (1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Vol. 17, n° 3, Ouargla.
- DOUMBIA L. ,1994 - Les effets de *Melia azedarach* sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), P.p 2-10.
- DUHART F. et DESCAMPS M., 1963- Notes sur l'avifaune du delta central nigérien et régions avoisinantes. Rev. Hist. Nat. Appl., 33 p.
- DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1978- Etude pluridisciplinaire intégrée de l'écologie du criquet migrateur malgache *Locusta migratoria capito* (Sauss.) Org., Meteor. Mond. Genève, 35p.
- DURANTON J.-F., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982- Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche .Vol.2, Ed.G.E.R.D.A.T, Paris, 695 p.
- DURANTON J.-F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1987- Guide anti-acridien du sahel. Min. Coop. Dev., Ed. CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 344 p.
- ENGEL F.M., 1984- Plantes vénéneuses- Vertus et dangers. Ed. Silva, Zurich, 37pp.
- FARROW R.A., 1972- The African Migratory Locust in its main outbreak area of the Middle Niger: quantitative studies of solitary populations in relation to environmental factors. Ph. D. Thesis, Reading, 364 p.
- FARROW R.A., 1975- The African Migratory Locust in its outbreak area of the Middle Niger: quantitative studies of solitary populations in relation to environmental factors. *Locusta*, n°11, 198 p.

- FINCH S., 1980 - Chemical attraction of plant-feeding Insects to Plants. *Appl. Biol.* n°5, P.p 67-143.
- FRANKEL G. S., 1959- La raison d'être des substances secondaires des plantes. *Science*, n°129, P.p1466-1470.
- FROHNE D et PFÄNDER H.J , 2005- Poisonous plant, 2nd edition. A handbook for doctors, pharmacists, toxicologists, biologists and veterinarians, Manson publishing, Londres, 469p.
- FULLER T. C., MC CLINTOCK E., 1986- Poisonous plants of California. Univ. California Press, Berkeley, California, USA, 432 p.
- FUZEAU BRAESCH S. ,1991-Polymorphisme phasaire des criquets migrants: déterminismes différences géographiques, La lutte anti-acridienne.. Ed.AUPELF-UREE John Libbey Eurotext , Paris, Pp. 135-139.
- GANGWERE S.K., 1960 - Notes on drinking and the need for water in Orthoptera. *Can. Ent.*, n°92, P.p911-915.
- GHAOUT S., 1986 - *Locusta migratoria* (Orthoptera, Acridoidea) et polymorphisme de *Phragmites australis* : Potentialités du Criquet migrant à discriminer la variabilité infraspécifique de ses plantes hôtes. D.E.A, d'Ecologie Générale de l'Université de Paris XI, Orsay, 39p.
- GILLET S.D., 1978- Environmental determinants of phase polyphorism of the desert Locust (*Schistocerca gregaria*) reared crowded, Ed. Albercht, In *Acrida*. (Association d'acridologie), n°3, Fasc 3, T. VII, , NewYork, P.p 268- 296.
- GRASSÉ P.P., 1924- Les ennemis des Acridiens ravageurs français. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, Bordeaux. ,P.p 57-66.
- GRASSÉ P.P., 1949- Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. ED. Masson, Paris, T. IX, 1117 p.
- GRASSÉ P.P, 1969-La vie des animaux- La progression de la vie. Ed. Libraire Larousse, Paris, 420p.
- GRASSÉ P.P et DOUMENC D., 1998- Zoologie- Invertébrés, Ed. Masson – Sciences(Sixième édition), Paris, page247.
- GREATHEAD D.J., 1991. – Natural enemies of tropical locusts and grasshoppers-Their impact and potential as biological control agents. Ed. Sc. Biological control of locusts and grasshoppers , Proceedings of a Workshop held at the International Institute of Tropical Agriculture UK, P.p 1460- 1484
- GREATHEAD D.J., KOOMYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H.et POPOVG.B. 1994 - Les ennemis naturels des criquets du Sahel.*coll.Acrid.Opérat.*, n°8, Ed. CIRAD-GERADT/PRIFAS, France, 147p.
- GRISVARD P., CHAUDUN V., CHOUARD P., GUILLAUMIN A.et SCHNEITER P., 1964- Le bon jardinier –Encyclopédie horticole, Ed. La maison rustique, T.2, Paris, P.p 888-1667
- HALOUANE F., BENZARA A., DOUMANDJI-MITICHE B. et BOUHACEIN M., 2001- Effet de deux entomopathogènes, *Beauveria bassiana* et *Metarhizium*

- flavoviride* (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur l'hémogramme des larves de 5^{ème} stade de *Locusta migratoria migratorioides* (Orthoptera, Acrididae). *Journal of Orthoptera Research*, n° 10, Vol. 2, P.p 331- 334.
- HAMADI K., 1998- Bioécologie de la faune orthoptérologique en Mitidja- Etude de l'activité biologique d'extraits de plantes acridifuges sur *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804) (Orthoptera, Acrididae). Thèse. mag. sci. Agr. Inst. Nat. Agro., El-harrach, 197p.
- HAMILTON A.G, 1950- Further studies on the relation of humidity and temperature to the development of two species of African locusts : *Locusta migratoria migratorioides* R. & F., and *Schistocerca gregaria* Forsk., *Trans. R. Ent. Soc.*, T. 101, London, P.p. 1-58.
- HARDOUIN J. et MAHOUX G., 2003 - Zootechnie d'insectes- Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux. Ed. BEDIM, 164p.
- HASKELL P.T. & SCHOONHOVEN L.M., 1969 -The function of certain mouthpart receptors in relation to feeding in *Schistocerca gregaria* and *Locusta migratoria migratorioides*. *Ent. Exp. Api.*, n°12, P.p 423-440.
- 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.
- HURPIN B., 1962- Alimentation, développement et fécondité chez les insectes. *A. Nutri Alim.*, Vol. XVI, n°6, P.p 153- 200.
- IDRISSI HASSANI L.M., OULD AHMEDOU M.L., MAYAD E.H., BOUAICHI A., 2002- Pouvoir insecticide de *Peganum Harmala* sur *Schistocerca Gregaria*: Effets de l'huile et des extraits de feuilles, Laboratoire de Symbiotes racinaires et Biochimie végétale, Faculté des Sciences, Maroc, Agadir, Vol. 2, n° 2, P.p 122- 133.
- IDRISSI HASSANI L. M. & HERMAS J., 2008- Effets de l'alimentation en *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae), *Zool. baetica*, Vol. 19, P.p 71-84,
- KAIDI N., 2007- Bioécologie de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae) dans la région de l'Ahaggar. Essais de lutte biologique au moyens de champignons entomopathogènes : *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* var. *anacridum*. Thès. Mag. sci. agro., Inst. nat. agro., El Harrach, 145 p.
- KEITH M., et KEVAN D., 1992- Les agents de lute biologique existants et potentiels contre les orthoptéroïdes nuisibles, P.p 107-150, In VINCENT C et CODERRED D., la lutte biologique Ed. Graïtem Morin, Quebec, 671p.
- KEMASSI A., BOUAL Z, OULD EL HADJ-KHELIL A., DADI BOUHOUN M., LABBOUSE I. et OULD ELHADJ M.D., 2007- Activité biologique des extraits foliaires bruts d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) sur les larves du 5^{ème} stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera- Acrididae), Journées nationales sur la zoologie agricole et forestière, Institut national agronomique d'El-Harrach, Alger, P43.

- KERRIS T., DJEBILI Y., AMOURA S., BOUGUERRA S. et ROUIBAH M., 2008- Essai d'utilisation du L aurier rose *Nerium oleander* L. en lutte biologique contre le *Lymantria dispar*. Laboratoire d'Entomologie forestière INRF et Laboratoire de biologie Université de Jijel, Jijel.
- KING R. L. & TAYLOR A. B., 1936 - *Malpighamoeba locustae* . sp. (Amoebidae), a protozoan parasite in the malpighian tubes of grasshoppers. *Trans Am. Microsc. Soc.* n° 55, P.p 6-10.
- KINGSBURY J. M. 1964 - Poisonous plants of the United States and Canada. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, USA. 626 p.
- KOGAN M., 1977. -The role of chemical factors in insect-plant relationships. *Proc. XV Int. Cong. Entomol.* ,P.p 211-217.
- KRIEG A. et FRANZ, J.M., 1989 - Manuel de lutte biologique (Lehrbuch der Biologischen Schädlingsbekämpfung.) Ed.Paul Parey, Berlin und Hamburg, 302 p.
- LAFONT F., S.D- La lutte contre les insectes et autres ennemis de l'agriculture. Ed.Masson et Cie ,Paris P.p 34-40.
- LANGEC E. BECNEL J. J. RAZAFINDRATIANA E. PRZYBYSZEWSKI, J. & RAZAFINDRAFARA H., 1996 - *Johenrea locustae* sp. (Microspora: Glugaeidae): A pathogen of migratory locusts (Orthoptera: Acrididae: Oedipodinae) from Madagascar.n° 68, P.p 28-40.
- LATCHININSKY A. et LAUNOIS-LUONG M.H, 1992- Le criquet Marocain *Docicostaurus maroccanus*(Thunberg, 1815) dans la partie orientale de son aire de distribution. Ed. CIRAD-GERDAT- PRIFAS, Montpellier, Saint-Pétersbourg, 270 p.
- LAUGA J., 1974- Analyse biométrique du polymorphisme des nouveaux-nés chez *Locusta migratoria* *Acrida*, T.3,n°4, P.p 277- 284.
- LAUNOIS M., 1974- Influence du facteur pluviométrique sur l'évolution saisonnière du Criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Sauss.) en phase solitaire et sur sa grégarisation à Madagascar.Thèse Dr. Sc., Univ. Paris-Sud. 159 p.
- LAUNOIS M., 1996- Veille acridienne et affrontements hommes-criquets au Sahel. Sécheresse 2 n°7 , P.p 83-85.
- LAUNOIS-LUONG, M.A., 1975- L'alimentation du criquet migrateur *Locusta migratoria capito*(Sauss.)en phase solitaire à Madagascar : régimes et effets. Thèse. Ministère de la Coopération, 202 p.
- LAUNOIS-LUONG M. H et LECOQ M., 1989-Vaedemecum des criquets du Sahel. Ed. CILSS- DFPV/CIRAD-PRIFAS, *Coll.Acrid.Opérat*, Pays-Bas,n°5, 125p.
- LAUNOIS-LUONG M.A. et POPOV G.B., 1992- *Schistocerca gregaria* (Forsk. 1775) (Acrididae , Cyrtacanthacridinae).CIRAD/PRIFAS, 4 p.
- LAUTIÉ N., 1978- Fécondité des femelles de *L.migatoria* L., souche « Santa Maria » élevée en l'absence de mâles fertiles, *Acrida*,.Ed. Albercht, T.VIII, fasc1, Paris, P.p 64-75,
- LECOQ M., 1974- Contribution à l'étude des déplacements des populations imaginales de *Locusta migratoria capito* (Sauss.) dans la nature. *Annales de Zoologie -Ecologie Animale* , P.p225-262.

- LECOQ M., 1975- Les déplacements par vol du Criquet migrateur malgache en phase solitaire : leur importance sur la dynamique des populations et la grégarisation. Ministère de la Coopération, Paris, 272 p.
- LECOQ M., 1988- Les ciguets du Sahel. Ed.CIRAD- PRIFAS, *Coll.Acrid.Opérat*,n° 1., Montpellier,129p.
- LECOQ M., 1990- Biomodélisation et stratégies de lutte antiacridienne en Afrique et à Madagascar, n° 55, P.p 225-234.
- LECOQ M., 1991- Le criquet migrateur en Afrique et à Madagascar. Orthopterists.Society CIRAD / PRIFAS. France, 12p.
- LECOQ M. et DURANTON J.F., 2009-Ecologie et maîtrise des populations d'acridiens Manuel de lutte préventive antiacridienne à Madagascar à l'usage des prospecteurs. Ed.Cirad, Montpellier, 307 p.
- LE GALL P., 1989- Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères),*Bull.Ecol.T.*20,n°3, Université Paris-Sud Orsay P.p 245-261.
- LELONG F., 2008- Les belles et les bêtes : précis illustré de toxicologie botanique à usage vétérinaire, thèse doctorat vétérinaire, faculté de médecine, Nantes, 327p.
- LEULIER ., 1912-Note sur le laurier rose, Etude de l'écorce, de la sève et de la graine ,*Journ.Pharm et chimie.*7ème série, V, P.p108- 116.
- LEWONCZUK W.,2004- Intoxication des animaux par le laurier rose (*Nerium oleander*),Etude de cas cliniques ,thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 74p.
- LORGUE G ; LECHENET J et RIVIERE A., 1987- Précis de toxicologie clinique vétérinaire, ed.pint vétérinaire, Maisons-Alfort, 208 p.
- LOUVEAUX A., 1978 - Organisation et régulation de la prise de nourriture chez *Locusta migratoria*(Orthoptère Acrididae). Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud Orsay, 167 p.
- LOUVEAUX A., MAINGUET A.M., GILLON Y., 1980 - Feeding locusts on freeze- dried plants:a new method for herbivorous insects. *Ent. exp. appl.* n° 21,P.p 255- 259.
- LOUVEAUX A., MAINGUET A.M., GILLON Y., 1983- Recherche de la signification des différences en valeur nutritive observées entre feuilles de blé jeunes et âgées chez *Locusta migratoria* Orthoptera,Acrididae). *Bull.soc.Zool.France*,T.108, n°3, P.p453-465.
- LOUVEAUX A et BEN HALIMA T ., 1986- Catalogue des orthoptères Acridoidea Afrique du Nord–Ouest.*Bull.Soc.Ent.*, France, n° 91, P.p 73-87.
- LOVERIDGE J.P., 1975- Studies on the water relations of adult locusts III. The water balance of non- flying locusts. *Zoologica afr.* , n°10, P.p 1-28.
- LUONG-SKORMAND M.H., RACHADI T et LECOQ M., S.D- La lutte contre les criquets ravageurs: l'intérêt des mycopesticides, Ed.CIRAD-PRIFAS, *Coll.Acrid.Opérat*, Montpellier.
- Madaci b., Merghem R., Doumandji MITICHE B et Soltani N.,2007-Effet du laurier-rose (*Nerium oleander*) (Apocynacées) sur le taux des protéines, l'activité de l'AchE

- des vers blancs. (Rhizotrogini), 17^{ème} conférence de l'association africaines des entomologies, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal, P.p 14- 21.
- MAHMOUDI Y., S.D- La thérapeutique par les plantes communes en Algérie. Ed. Palais du livre, Ain-Taya, 128 p.
- MAMMERI B., 1996- Variation du comportement trophique entre 1991 et 1995 chez la chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) dans un parc d'El-Hrarch. Thèse ing. agro, Inst.nat.agro., El-harach, 122p.
- MARIAU D., 1996 - La lutte intégrée contre les ravageurs des cultures pérennes tropicales. Ed. cirad, 94p.
- MC FARLANE J.H. & THORSTEINSON A.J., 1980 -Development and survival of two striped grasshoper, *Melanoplus bivittatus* (SAY) (Orthoptera Acrididae) on various, single and mutiple plant diets. *Acrida*, n° 9, P.p 63-76.
- MC KINLAY K.S., 1981-The importance of dry plant material in the diet of the grasshopper *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera : Acrididae). *Can. Ent.*, n° 113, P.p 5-8.
- MILLOT J. et FONTAINE M., 1937- Etude physiologique sur les orthoptères, La teneur en eau du criquet pèlerin adulte. *Bull.soc.hist.nat.*, Afrique du Nord, T.28, n°6, P.p 412-418.
- MOMEN F.M. & AMER S.A.A., 1994-Effects of some foliar extracts on the predatory mite *Amblyseius barberi* (Acarina, Phytoseiidae). *Acarologia*, T.XXXV, fasc.3, P.p 223-228.
- MORDUE A.J., 1979 -The role of the maxillary and labial palps in the feeding behaviour of *Schistocerca gregaria*. *Entomol. Exp. & Appl.* n° 25, P.p 279-288.
- MORDUE A.J., COTTEE, P.K. & MORDUE W., 1985 - Azadirachtin : its effect on gut motility, growth and moulting in *Locusta*. *Physiol. Ent.* n°10, P.p 431-437
- MORDUE A.J., EVANS K.A. et CHARLET M., 1986- Azadirachtin, ecdysteroids and ecdysis in *Locusta migratoria*. *Compendium of Biochemical physiology*, Vol.85, n°2, P.p 297-301.
- MORDUE A.J. & BLACKWELL A., 1993- Azadirachtin : an update. *Journal of Insect Physiology*, n°11 , P.p 903-924.
- MOUHOUCHE F. et BEZAZE G., 2007 - Activité biologique de quatre extraits végétaux sur le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775), 17^{ème} Conférence de l'Association Africaine des Entomologistes The 17th Conference of the African Association of Insect scientists, Pour la sécurité alimentaire, la santé et la protection de l'environnement en Afrique: le rôle de la science des insectes" Université Cheikh Anta Diop de Dakar, SENEGAL, P.p25-28.
- MOUHOUCHE F. et BOUBEKA A., 2010- Activité biologiques de deux extraits végétaux sur les stades larvaires de *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Acrididae, Oedipodinae). Journées nationales sur la zoologie agricole et forestière, Institut national agronomique d'El-Harrach, Alger, P44.
- MOUSSA A., 2000 – Régime alimentaire d'*Anacridium aegyptium* (Linné, 1746) à Dergana. Comparaison d'extraits de plantes sur les paramètres physiologiques de

- Locusta migratoria* (Linné, 1758) et *Anacridium aegyptium* (Orthoptera, Acrididae). Thèse Ing. Agro., Inst., Inst. nat. agro. El-harrach, 87p.
- MOUSSA A., 2003 – Effet de l'huile de neem, (*Azadirachta indica*) sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de *Locusta migratoria migratoria* (Linné, 1758) et *Locusta migratoria migratorioides*, (R. & F., 1850) (Orthoptera, Acrididae). Thèse de Magister en scie Agro., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 123 p.
- MÜHLBERGER E et MIGNET P., 1999- Lauriers roses- La Gazette des Jardins, n° 26.
- MURALIRANGAN M.C. & MURALIRANGAN M., 1985- Physicochemical factors in the acridid feeding behaviour (Orthoptera : Acrididae). *Proc. Znd. Acad. SC. (Anim. Sci.)*, n°94, P.p283-294.
- MWANGI R W., KABARU J.M & REMBOLD H., 1997- Potential for *Melia volkensii* fruit extract in the control of locusts, *New Strategies in Locust Control*, Ed. S. Krall, R Peveling, D. Ba Diallo, Germany, P. p193-200.
- NASSEH O., KRALL S., WILPS H. et SALISSOU G.B., 1992- Les effets d'inhibiteurs de croissance et de biocides végétaux sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Forskål). *Sahel PV Info Bull. Inform. Protect. Végétaux UCTR/PV*, n° 45, P.p5-19.
- ODINDO M.O., 1991- Potential of microorganisms for locust and grasshopper control. *Insect Sci. Applic.* n°32, P.p 717-722.
- ODJO A, PIART J, POLONSKY J et ROTH M., 1981- PARASITOLOGIE ANIMALE. - Étude de l'effet insecticide de deux quassitoïdes sur des larves de *Locusta migratoria migratorioides* R et F (Orthoptera, Acrididae). *C. R. Acad. Sc. Paris*, T. 293, Série. III, P.p 241-244.
- OTTE D. & JOERN A., 1977- On feeding pattern in desert grasshoppers and the evolution of specialized diets. *Proc. Acad. Nat. Science of Philadelphia*, n°128, P.p 89-126.
- OUEDRAOGO R.M., 2005- Influence de la thermorégulation sur la mycose par *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* chez le criquet migrateur, *Locusta migratoria*. Département de phytologie, Université Laval, Canada.
- OULD AHMEDOU M. L, BOUAICHI A. et IDRISSI 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*, Vol.12, P.p. 109-117.
- OULD -EL - HADJ M.D., 1992-Bioécologie des sauterelles et des sautériaux dans trois zones d'étude au Sahara. Thèse Magister, Inst.nat.agro. El-harrach, 85 p.
- OULD -EL - HADJ M.D., 2002-Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, Vol. 13, n°1, Ouargula, Algérie, P.p 37-42
- OULD -EL - HADJ M.D, TANAKRI DANBADJO A, HALOUANE F. et DOUMANDJI S., 2005- Etude de la toxicité de trois plantes acridifuges chez *Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae), VI^{ème} journée nationale d'acridologie, 16p.

- OUTTAR F., 2009- Utilisation de quelques biopesticides sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae), Thèse Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 186 p.
- PASQUIER R. et GERBINOT B., 1945- Utilisation du mélia pour la protection des cultures contre les invasions de la sauterelle pèlerine. Bull. Sem. Off. Nat. Lutte antiacridien, n°2, P.p 17-23.
- PODLECH D., 1988- Gros plan -Les plantes de santé. Ed. Nathan, Paris, P.p 120-121.
- POPOV G.B., 1959. – Ecological studies on oviposition by *Locusta migratoria* (R. & F) in its outbreak area in the French Sudan. *Locusta*, n°6:P.p 5-63.
- POPOV G.B et LAUNOIS-LUONG M. H et VAN DER WEEL J., 1990- Les oothèques des criquets du Sahel. Ed.CIRAD-PRIFAS, Coll.Acrid.Opérat, n°7, Pays-Bas, 92 p.
- PRIOR C.& GREATHEAD D.J., 1989- Biological control of locusts: the potential of the exploitation of pathogens. FAO plant prot. Bull 37,n°3,P.p 37- 48.
- PROKOPY R.J. & OWEN D., 1983 -Visual detection of plants by herbivorous insects. *Ann.Rev. Entomol.* n° 28, P.p 337-364.
- PURRINI, K. & KOHRING W., 1988- Studies on a new disease in a natural population of Migratory Locust *Locusta migratoria* sp. Caused by an Entomopox virus. *J. Invert.Pathol* ,n°51,P.p 281-283.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1963- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS, T.II, Paris, 1170 pp.
- RACHADI T., 1991- Précis de lutte anti-acridienne : la pulvérisation des pesticides. Min.Coop. Dev. Ed. CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 312 pp.
- RAHAL Y.,1990- Comportement de prise de nourriture du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*(Forsk)(Orthoptera,Acrididae) sur *Schuwia purpurea* (Forsk.) (Cruciferae). Analyse par des techniques audiovisuelles .Mémoire D.E.A ., Univ.Paris,XIII,32p.
- REMAUDIÈRE G., 1954- étude écologique de *Locusta migratoria migratorioedes*(orthoptera,acrididae) dans la zone de Niger de 1950, *Locusta* ,n°2.
- REMAUDIÈRE G,AYMONIN G et AUTRIQUE A.,1985-Contribution à l'écologie des Aphidés Africains -les plantes hotes des pucerons africains, Ed.fao, Rome, n° 64, p103
- REMBOLD H., 1994- Controlling locusts with plant chemicals, New Trends in Locust Control-Institutefor Biochemistry, Ed.Krall et. Wilps, P.p 41-49.
- REMBOLD H, 1997- *Melia volkensii* : a natural insecticide against desert locusts, New Strategies in Locust Control,Ed. S. Krall, R. Peveling, D. Ba Diallo, P. p 185-191.
- REMBOLD H & SIEBER K.P., 1981- Inhibition of oogenesis and ovarian Ecdysteroid synthesis by Azadirachtin in *Locusta migratoria migratorides* (R. et F) *Z .natur foersch*,n°36, P.p 466- 469..
- Ribéreau-Gayon P, 1968- Les composés phénoliques des végétaux. Traité d'oénologie. Editions Dunod, Paris 254p.
- ROEHDRIK R., 1951- Parasites et prédateurs du criquet migrateur *Locusta migratoria gallica* Remaudière, dans les landes de Gascogne de 1945 à 1950.Station de

- Zoologie Agricole du Sud- Ouest. Annales des épiphyties, Annales des épiphyties 19,,n°3-4, P.p 399-495.
- ROTH M., 1974- Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie d'insectes. Ed.O.R.S.T.O.M, Paris, n°23, P.p 100-109.
- SCHMUTTERER H., BAUMGART M., FREISEWIKEL D., LANGENWALD J. & NICOL, C. M. Y., 1993-The effects of neem oil and other neem products on nymph and resulting adults of *Schistocerca gregaria*, *Nomadacris septemfasciata*, *Locusta migratoria migratorioides* and *Zonocerus variegates*. J. Appl. Entomol.,n°2,P.p 178 – 186.
- SEDDIK A., 1994- Développement ovarien et charge alaire du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*(Forsk. 1775) et du criquet migrateur *Locusta migratoria cinerascens* (Bonnet et Finot, 1889) (Orthoptera, Acrididae) dans la région d'Adrar. Thèse Ing, Inst. Nat. Agro., El Harrach, 154p.
- SETBEL S., 2003- Impact trophique du héron garde boeufs sur la faune associée en milieu agricole. Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El Harrach, 249 pp.
- SIMPSON S.J, 1982- Changes in the efficiency of utilisation of food throughout the fifth instar nymphs of *Locusta migratoria*. Ent. exp. et appl.,n° 31 ,P.p 265-275.
- SINOIR Y., 1968 - Études de quelques facteurs conditionnant la prise de nourriture chez les larves du criquet migrateur, *Locusta migratoria migratorioides* (Orthoptera, Acrididae). Facteurs externes. Ent. exp. Appl.,n° 11, P.p 195-210.
- SINOIR Y., 1969 -Le rôle des palpes et du labre dans le comportement de prise de nourriture chez les larves du criquet migrateur. *Ann. Nutr.*, n° 23,P.p167-194.
- SOMON E., 1987-Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie .Ed.Off.Publ.univ., Alger,143p.
- SOOHOO C.F et FRAENKEL G., 1966- The consumption, digestion and utilization of food plants by polyphagous insect, *Insect Physiol.*,vol.12,P.p711- 730.
- STAEDLER E., 1982 - Sensory physiology of Insects-Plants relationships. Round table discussion. Proc. 5th. Znt. Symp. Insect- Plant relationships.Ed.Visser & Minks, P.p 81-90
- STEEDMAN A., 1988- Manuel de lutte anti-acrididienne. Ed. ODNRI., France, 71 pp.
- TAIL G., 1998-Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) (Orthoptera-Acrididae).Efficacité entomopathogène de *Pseudomonas fluorescens* (Pseudomonadaceae) sur quelques paramètres physiologiques du criquet Pèlerin. Thèse.mag.sci.Agr.Inst. El-harrach.190p
- TAIL G et DOUMANDJI-MITICHE B, 2005- Effet des plantes *Melia azedarach*, *Nerium oleander* et *Inula viscosa* et de leurs extraits sur le comportement alimentaire du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, 7^{ème} Journée National d'Acridologie.Institut national agronomique, El- Harrach P.p17.
- TANRET G ., 1932- Chimie végétale, Sur les glucosides des feuilles de laurier rose. *Bull. Soc. Ch. Biol.* Vol.XIV, 708 P.

- TRABUT L., 1991- Les champignons parasites du criquet pèlerin. *Rev. Gen. Bot.* n°3, P.p 401-405.
- UVAROV B.P., 1921- A revision of the genus *Locusta*, L. (*Pachytylus*, Fieb.) with a new theory as to the periodicity and migrations of locusts. *Bull. ent. Res.* n°12, P.p135-163.
- UVAROV B.P., 1923- Quelques problèmes de la biologie des sauterelles. *Ann. Epiphyties*, n°9, P.p 84-108.
- UVAROV B.P., 1928- Locusts and grasshoppers- A handbook for their study and control. Imperial Bureau of Entomology, London, 352 p.
- UVAROV, B.P. 1936- The oriental migratory locust (*Locusta migratoria manilensis*, Meyen 1835). *Bulletin of Entomological Research* 27, London, P.p 91-104.
- UVAROV B.P et ZOLOTAREWSKY B.N., 1927- Phases et locusts and their interrelations, *Bull. Ent.Res* ,London, P.p 261-265.
- VAGO C. et MEYNADIER G., 2006- Une rickettsiose chez le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* FORSK), Revue [BioControl](#) , Ed. SpringerNetherlands, [Vol 10, n°4](#), France, P.p 307-310.
- VAN SAMBEEK J. et WIESNER A., 1999- Successful parasitisation of locusts by entomopathogenic nematodes is correlated with inhibition of insect phagocytes. *Journal of Invertebrate Pathology*73, n°2, P.p 154-161.
- VLOKONSKY M., 1937- Sur l'action acridifuge des extraits de feuilles de *Melia azedarach*. *Arab. Instit. Pasteur d'Algérie*, T.XV, n°3, P.p 427-432.
- WEISS E, DASCH G.A. et CHANG K.P., 1984 - Genus *Rickettsiella*. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 1, The Williams & Wilkins Co, Baltimore, P.p 713-717.
- WELLING M; ZELAZNY B; SCHERER, R. & ZIMMERMANN G., 1995- First record of the entomopathogenic fungus *Sorosporella* sp. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) in *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae) from Madagascar: Symptoms of infection, morphology and infectivity. *Biocontrol Science and Technology*, n°5, P.p 465-474.
- WILPS H & NASSEH O., 1994 - Essais sur le terrain avec des substances végétales, des mycocides et des inhibiteurs de la synthèse de chitine, Allemagne , **Ed. GTZ, P.p 51-79.**
- WILSON F.W., 1909-Oleander poisoning of livestock. *Univ. Ariz. Agric. Exp. Stn. Bull.*, n°59, Pp383-397.
- WINTREBERT D., 1974-Rapport de fin de mission d'expert-Etudes biologiques, n°11, 33p.
- WHITE F., 1986- La végétation de l'Afrique. *Ed. Orstom-Unesco*, Paris, 384 p.
- WOODHEAD S., 1983 - Surface chemistry of *Sorghum bicolor* and its importance in feeding by *Locusta migratoria*. *Physiol. entomol*, n°8, P.p 345-352.
- ZAHRADNIK J.C., 1990- La grande encyclopédie des insectes .*Ed.Gründ*, Paris, P.p 66- 67.
- ZERGOUN Y., 1994 – Bioécologie des orthoptères dans la région de Ghardaïa. Régime alimentaire d'*Acrotylus patruelis* ((Haerrich-Schaeffer, 1838) (Orth. Acrididae). Thèse Magister, Inst. Nat. Agro, El Harrach, 110 pp.

ZOLOTAREWSKY B.N., 1929- Le criquet migrateur à Madagascar, *Ann. des Epiphytes*, n°4.P.p14-17.

ZOLOTAREVSKY B.N., 1933-Contribution à l'étude biologique du Criquet Migrateur (*Locusta migratoria capito*, Sauss.) dans des foyers permanents. *Annls. Epiphyt.*n° 19, P.p 47-142.

ZOLOTAREVSKY B.N., 1934- Aire grégarigène et facteurs de transformation de la phase solitaire des Acridiens migrants dans la phase grégaire. Proc. 3rd Intern Locust. Conf., London, P.p 62-66.