



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الحراش – الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE
– EL HARRACH – ALGER

Th

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques

è

**Activité insecticide du *Datura innoxia* sur *Locusta migratoria*(Linné, 1758)(Oedipodinae, Acrididae)et
identification des substances responsables de toxicité**

Présenté par M^{me}BOUHAS- BOUBEKKA Aatika

Devant le jury:

Président :	M ^{me} DOUMANDJI Salaheddine	Professeur (E.N.S.A., El Harrach)
Directeur de thèse :	M ^{me} MOUHOUCHE Fazia.	Professeur (E.N.S.A., El Harrach)
Examineurs :	M ^{me} . DOUMANDJI – MITICHE Bahia.	Professeur (E.N.S.A., El Harrach)
	M ^{me} BENDIFELLAH Leila.	Maître de conférences A(Univ., Boumerdes)
	M ^{me} ACHEUK Fatma.	Maître de conférences A(Univ. Boumerdes)
	Mr.DJAZOULI ZAHR EDDINE.	Maître de conférences A(Univ.Blida)

Soutenu le : 18/ 03 / 2015

Remerciement

Avant d'aborder l'exposé de mes résultats, qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui, à des degrés divers, ont contribué à faciliter l'élaboration de cette étude.

Ce travail a été réalisé sous la direction du Professeur **Mme MOUHOUCHE F**, Professeur à l'école nationale supérieure d'Agronomie qui, par son intérêt, toujours renouvelé, ses conseils, tant sur le plan de l'élaboration du mémoire et sa connaissance approfondie, m'ont été précieux pour mener à terme, cette étude dont il a déterminé les orientations, tout en me laissant entière liberté pour la conduire à mon gré. Je la remercie de la confiance qu'elle m'a témoignée durant ces années que j'ai passées et je l'assure de ma profonde reconnaissance.

Je ne sais combien remercier Monsieur **DOUMANDJI S E** et Madame **DOUMANDJI-METICHE B**, Professeurs à l'école nationale supérieure d'Agronomie, pour avoir accepté de faire partie des membres de jury, pour leur disponibilité et leur soutien de chaque instant. A chaque étape du travail, ils ont su nous guider avec une grande patience. Ils ont fait preuve de beaucoup de compréhension dans les moments les plus difficiles et n'ont jamais cessé de nous soutenir et de nous encourager. Je leur témoigne ici ma profonde gratitude et toute ma considération.

J'exprime ma profonde gratitude à Mme **BENDIF-ELLAH L.**, maître de Conférences à l'université de Boumerdes, qui m'a honoré en acceptant de participer à ce jury, et examiner mon travail.

J'exprime également ma reconnaissance à Melle **ACHEUK F.**, maître de conférences à l'université de Boumerdes pour avoir bien voulu juger ce travail.

Mes sincères remerciements vont également Mr. **DJAZOULI Z E** maître de conférences à l'université de Blida, pour avoir répondu favorablement à ma demande de faire partie du jury.

Je ne pourrais oublier de remercier vivement Mr. **BEN HASSENE B.**, doctorant dans l'école nationale supérieure d'agronomie, pour son immense aide qui m'a permis d'antamer et de mener à bien dans mon travail.

Mes plus vifs remerciements vont à Mme **BOUDISSA N** enseignante au département de chimie à l'université de Boumerdes qui m'a aidé à réaliser la caractérisation chimique de la plante pour son aide sa serviabilité et sa sympathie.

Mes remerciements les plus distingués vont directement à Mr. **METNA B** enseignant à l'université de Tizi-ouzou qui a consacré plusieurs jour pour me faire l'analyse statistique tout en étant passion et gentille.

Je tiens à remercier **Mme HALWANE F** professeur et vice doyen à l'université de Boumerdes

Je dois beaucoup à Melle **BELMADANI K**, Melle **HADJ-SAID H**, Mme **MOUHAMMEDI-BOUBEKKA N**, pour leur amitié leurs soutient et leur présence dans chaque évènements et surtout dans les moments difficiles, sans elles je ne serais jamais capable de terminer à temps, je leurs témoigne ma sincère reconnaissance,

Je voudrais également remercier Mr. **BISSAD H** de l'INPV, Mme **MENAOUIL D** ingénieur de laboratoire à l'université de Boumerdes et Mme **CHIKIROU D** pour leur accueil chaleureux, leur bonté et leur enthousiasme.

Liste des figures

- Fig. 1 : Un couple de *Locusta migratoria* montrant le dimorphisme sexuel
- Fig. 2 : Larves de cinquième stade(L5) de *Locusta migratoria*
- Fig. 3 : Les œufs de *Locusta migratoria*
- Fig. 4 : L'oothèque de *Locusta migratoria*
- Fig. 5: Accouplement de *Locusta migratoria*
- Fig. 6: Les pontes de *Locusta migratoria*
- Fig. 7 : Eclosion des œufs de *Locusta migratoria*
- Fig. 8 : Répartition des différentes sous espèces de *Locusta migratoria* dans le monde
- Fig.9: Spores de *Métarhisiium anisopliae var acridium*
- Fig. 10 : Spores de *Nosema locustae*
- Fig. 11 : Alcaloïdes de *Datura innoxia*
- Fig. 12 : La plante du *Datura innoxia*
- Fig.13: La fleur du *Datura innoxia*
- Fig.14: Le fruit du *Datura innoxia*
- Fig.15 : Les graines du *Datura innoxia*
- Fig. N°16: individus de *Locusta migratoria* capturés en été 2014 à Adrar
- Fig. 18 : la cage d'élevage des stades avancés (L4 et L5)
- Figure .19: Emplacement des prises de mesures morphométriques
- Figure .20: L'extraction organique du *Datura innoxia*
- Figure .21: Choix des doses
- Figure .22: Caractérisation des substances du *Datura innoxia* par spectrométrie Infra-Rouge (FT IR)
- Fig.23: Mortalité des larves traitées à l'extrait du *Datura innoxia*
- Fig. 24: malformations des larves L5 issues de larves traitées L4 de *Locusta migratoria*
- Fig.25 : Effet de l'extrait chloroformique sur la mortalité cumulée des L4 de *Locusta migratoria*
- Fig. 26: Effet du datura sur la durée du stade L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.27: Effet de l'extrait du datura sur l'évolution de l'accroissement pondéral de L4 de *Locusta migratoria*
- Fig.28: Effet de l'extrait du datura sur le gain de poids de L4 de *Locusta migratoria*
- Fig. 29: Effet du datura sur l'ingéra du stade L4 de *Locusta migratoria*
- Fig. 30: Effet du datura sur l'egesta du stade L4 de *Locusta migratoria*

- Fig.31:Effet du datura sur l'indice de consommation des larves L4 de *Locusta migratoria*
- Fig.32 : Effet du datura sur l'indice de croissance de larves L4 de *Locusta migratoria*
- Fig. 33:Effet du datura sur le CUD de larves L4 de *Locusta migratoria*
- Fig. 34: Effet de l'extrait chloroformique sur la mortalité cumulée des L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.35: Effet du datura sur le taux de mue L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.36:Effet de l'extrait du datura sur l'évolution de l'acroissement ponderal de L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.37: Effet de l'extrait du datura sur le gain de poids de L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.38 : Effet du datura sur l'ingéra du stade L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.39 : Effet du datura sur l'egesta du stade L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.40: Effet du datura sur l'indice de consommation des larves L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.41: Effet du datura sur l'indice de croissance de larves L5 de *Locusta migratoria*
- Fig.42 : Effet du datura sur le coefficient d'utilisation digestive de larves L5 de *Locusta migratoria*
- Fig. 43: Effet de l'extrait chloroformique sur la mortalité cumulée des Imagos de *Locusta migratoria*
- Fig.44:Effet de l'extrait du datura sur l'évolution de l'acroissement ponderal des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig. 45:Effet de l'extrait du datura sur le gain de poids des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig.46: Effet du datura sur l'ingéra des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig. 47:Effet du datura sur l'egesta des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig.48: Effet du datura sur l'indice de consommation des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig. 49: Effet du datura sur l'indice de croissance des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig. 50: Effet du datura sur le coefficient d'utilisation digestive des imagos de *Locusta migrato*
- Fig.51: Effet du datura sur la maturité sexuelle des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig. 52: Effet du datura sur le délai de la première ponte des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig. 53:Effet du datura sur le nombre d'oeuf/oothèque des imagos de *Locusta migratoria*
- Fig.54: Effet du datura sur le taux d'éclosion des oeufs de *Locusta migratoria*
- Fig. 55 : Effet du datura sur le sexe-ratio des imagos de *Locusta migratoria*

Liste des abréviations

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation.

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

UNESCO : Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture.

ONU:Organisation des nations unies.

L4 : Larve de quatrième stade.

L5 : Larve de cinquième stade.

IMG : Imago.

L :*Locusta*.

S : Sous

D: *Datura*.

T : Témoin

D : Dose

R : Répétition.

Fig. : Figure.

Tab : Tableau

°C : Degré Celsius.

FTIR: Infra-rouge à Transformée de Fourier

PSI:Pound per square inch

ha : Hectare.

cm: Centimètre.

Mm : Millimeters.

% : pourcent.

Kg : Kilogramme.

g : Gramme.

mg : Milligramme.

L: Litre.

ml: Millilitre.

j : Jour

h : Heure

mn : Minute.

MC% : Pourcentage de mortalité cumulée.

I.C. : Indice de consommation.

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

I.Cr. : Indice de croissance.

My : Moyenne.

Ind: individu

Et : Ecart type.

Prob : Probabilité.

SOMMAIRE

Introduction.....	2
-------------------	---

CH I: Données bibliographiques sur *Locusta migratoria*

1. Présentation du criquet migrateur <i>Locusta migratoria</i>	
1.1. Position systématique.....	7
1.2. Description morphologique	7
1.2.1. Adultes et imagos.....	8
1.2.2. Larves.....	8
1.3. Biologie.....	11
1.3.1. Accouplement et ponte.....	11
1.3.2. Embryogenese.....	13
1.3.3. Développement larvaire.....	14
1.3.4. Le développement imaginal.....	15
1.4. Comportement.....	16
1.4.1. Grégarisme et Poly morphisme phasaire.....	16
1.4.2. Mécanisme de la transformation phasaire.....	16
1.5. Répartition géographique.....	17
1.5.1. Dans le monde.....	18
1.5.2. En Algérie.....	18
1.6. Importance économique et préjudices.....	19
1.6.2. Incidences sur la santé publique.....	22
2. La lutte anti-acridienne.....	23
2.1. Stratégie la lutte antiacridienne.....	23
2.1.1. La lutte préventive.....	25
2.1.2. La lutte curative.....	26
2.2. Méthodes de lutte anti-acridienne.....	26
2.2.1. La lutte mécanique et culturale.....	26
2.2.1.1. Action sur les oothèques	27

2.2.1.2. Collecte ou destruction manuelle des stades épigés	27
2.2.1.3. Brûlage des larves	27
2.2.1.4. « MELAFAS » et barrage de zinc	27
2.2.2. La lutte chimique.....	28
2.2.2.1. Modes d'intervention dans la lutte anti acridienne.....	28
2.2.3. La lutte écologique.....	29
2.2.4 La lutte biologique	29
2.2.4.1. Les ennemis naturels (prédateurs, parasitites et parasitoïdes)	29
2.2.4.2. Bactéries et champignons.....	30
2.2.4.3- Les protozoaires	32
2.2.3.3. Hormones et phéromones.....	32
2.2.3.4. Plantes toxiques et répulsives.....	33

CH II :Données bibliographiques sur le *Datura innoxia* et les alcaloïdes tropaniques

1. Les métabolites secondaires	37
1.1. Les métabolites secondaires.....	37
1.2. Intérêt des métabolites secondaires.....	37
1.3. Classification des métabolites secondaires.....	38
1.3.1. Les composés phénoliques.....	38
1.3.2. Les isoprénoïdes.....	38
1.3.3. Les alcaloïdes	38
1.3.3.1 Définition.....	39
1.3.3.2. La source des alcaloïdes.....	39
1.3.3.3. Classification des alcaloïdes.....	40
1.3.3.4. Les alcaloïdes tropaniques.....	40
2. Présentation de l'espèce végétale <i>Datura innoxia</i> (datura).....	41
2.1. Généralités	41
2.2. Taxonomie.....	43
2.3. Description morphologique.....	43
1.4. Origine et répartition géographique du datura.....	45
1.5. Composition chimique.....	45

1.6. Importance du genre <i>Datura</i>	45
--	----

CH III: Matériel et méthodes utilisées

1. Les insectes	48
2. Matériel végétal.....	52
2. 2. <i>Datura (Datura innoxia)</i>	52
2. 3. Préparation des solutions	52
2.3.1. Obtention de la poudre foliaire	52
2.3.2. Préparation des extraits.	52
2.3.2.1. Préparation des extraits chloroformique.....	52
3. Choix des doses.....	52
4. Mode opératoire.....	55
5. Les paramètres mesurés.....	55
5.1. Effet de l'extrait sur la mortalité.....	55
5.2. Effet de l'extrait sur l'évolution pondérale.....	56
5.3. Effet de l'extrait sur le gain de poids.....	56
5.4. Effet de l'extrait sur la durée des stades larvaires.....	56
5.5. Effet su de l'extrait sur l'activité alimentaire.....	56
5.5.1. Effet de l'extrait sur la consommation journalière.....	56
5.5.2. Effet de l'extrait sur les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture.....	57
5.6. Effet de l'extrait sur la reproduction de <i>L. migratoria</i>	58
5.6.1. Délai de premier accouplement.....	58
5.6.2. Délai moyen de la première ponte.....	58
5.6.3. Evaluation de nombre d'œufs par oothèque et du taux d'éclosion.....	59
5.6.4. Evaluation du sex-ratio.....	59
5.7. Evaluation de l'impact des extraits sur le développement ovarien	59
6. Dissection des individus adultes	59

7. Caractérisation moléculaire de l'extrait du <i>Datura</i>	60
7.1. Préparation de l'échantillon.....	61
8. Exploitation des résultats.....	61

CH IV: Résultats et analyse

1. Efficacité de l'extrait du <i>Datura innoxia</i>	64
1.1. Effet de l'extrait du <i>Datura</i> sur le stade L4 de <i>Locusta migratoria</i>	65
1.1.1 Effet sur la mortalité.....	65
1.1.2. Effet sur le développement larvaire	67
1.1.3. Effet sur le gain de poids.....	70
1.1.4. Effet sur l'activité alimentaire	72
1.1.5.1. Effet sur l'Ingéra et l'Egesta.....	72
b)- Effet sur l'indice de croissance.....	78
1.1.5.3. Effet sur la conversion de la nourriture ingérée.....	80
1.2. Effet de l'extrait du <i>Datura</i> sur le stade L5 de <i>Locusta migratoria</i>	82
1.2.1. Effet sur la mortalité.....	82
1.2.2. Effet sur le développement larvaire.....	84
1.2.3. Effet sur l'évolution de l'accroissement pondéral.....	86
1.2.4. Effet sur le gain de poids.....	88
1.2.5. Effet sur l'activité alimentaire.....	90
1.2.5.1 Effet sur l'Ingéra et l'Egesta.....	90
1.2.5.2. Effet sur les indices nutritionnels.....	95
a)- Indice de consommation.....	95
b)- Effet sur l'indice de croissance.....	97
1.2.5.3. Effet sur le coefficient d'utilisation digestive.....	99
<i>Datura</i> sur les imagos de <i>Locusta migratoria</i>	101
1.3.1. Effet sur la mortalité.....	101
1.3.3. Effet sur l'évolution de l'accroissement pondéral.....	104
1.3.4.Effet sur le gain de poids.....	106
1.3.5. Effet sur l'activité alimentaire.....	108
1.3.5.1. Effet sur l'Ingéra et l'Egesta.....	108
1.3.5.2. Effet sur les indices nutritionnels.....	113
a)- Indice de consommation.....	113

b)- Indice de croissance ICr.....	115
1.3.6. Effet sur la reproduction des ailés de <i>Locusta migratoria</i>	119
1.3.6.1. Effet sur la maturité sexuelle.....	119
1.3.6.2. Effet sur le délai de la première ponte.....	120
1.3.6.3. Effet sur le nombre d'œuf/ oothèque	
1.3.6.4. Effet sur le taux d'éclosion.....	123
1.3.6.5. Effet sur le sexe-ratio.....	125
1.3.6.6. Effet sur le développement ovarien des femelles de <i>L. migratoria</i>	126
2. Caractérisation des alcaloïdes contenus dans le résidu sec de l'extrait chloroformique du datura.....	129
2.1. La spectrométrie Infra-rouge.....	129
2.2. Interprétation du spectre Infra-rouge de	130

CH V:Discussion des résultats

1. Effet de l'extrait chloroformique sur le taux de mortalité de <i>Locusta migratoria</i>	134
2. Effet de l'extrait chloroformique sur le développement des stades larvaires L4 et L5 de <i>Locusta migratoria</i>	137
<i>Locusta migratoria</i>	139
4. Effet sur l'activité alimentaire de <i>Locusta migratoria</i>	141
4. 1. Effet sur l'ingéra l'Egesta.....	141
4.2. Effet sur l'indice de consommation (IC), l'indice de croissance (ICr) et le coefficient d'utilisation digestive (CUD).....	144
5. L'effet sur la reproduction des imagos de <i>Locusta migratoria</i>	148
Conclusion générale.....	152

Références bibliographiques

Article

Résumés

INTRODUCTION

Introduction

L'agriculture est appelée, au-delà de sa durabilité et de sa croissance économique propre, à relever un défi : assurer la sécurité alimentaire tout en préservant l'environnement et la santé de l'homme, ou encore contribuer à la lutte contre le changement climatique.

D'après l'ONU(2014), la population mondiale ne cesse de croître, bien qu'à un rythme plus lent; car en 1994, lorsque la communauté internationale s'est réunie au Caire à l'occasion de la Conférence internationale sur la population et le développement, la planète comptait environ 5,7 milliards d'habitants; en début 2014, la population mondiale est estimée à 7,2 milliards de personnes, avec une augmentation annuelle d'environ 82 millions, dont approximativement un quart dans les pays les moins développés. Si la courbe actuelle se maintient, la population mondiale devrait atteindre 8,1 milliards de personnes en 2025 et 9,6 milliards en 2050. Répondre aux besoins alimentaires de cette population implique une production et une protection agricoles intensives. Car à titre d'exemple au Sahel et en Afrique de l'Ouest les ravageurs provoquent annuellement en moyenne une perte de la production céréalière de l'ordre de 30 %. (AGRHYMET; 2009).

OULD ELHADJ(2004), annonce que dans beaucoup de régions d'Afrique et d'Asie notamment, la sécurité alimentaire repose essentiellement sur la protection des cultures, et que ces dernières font l'objet d'attaques endémiques par les acridiens.ils sont parmi plus importants ravageurs des cultures (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1992). Il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux, que celui des acridiens qui de tout temps ait été associé à l'homme à l'imagination des évènements catastrophiques destructeurs fatalement inévitables (OULD ELHADJ et al, 2011).

D'après OUELD El-HADJ (2002), les espèces acridiennes susceptibles de revêtir une importance économique par l'ampleur des dégâts qu'elles peuvent occasionner aux cultures sont ; *Schistocerca gregaria* , *Locusta migratoria* , *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877), *Sphingonotus* (Walker, 1870). *Acrotylus patruelis patruelis* (Herrich schaffer, 1838) et *Pyrgomorpha cognata* (Kranss, 1877).

Les Acridiens ravageurs, contre lesquels on est commandé à défendre les cultures, ont une dynamique plus complexe car ils vivent habituellement dans la végétation naturelle, comme les espèces inoffensives, mais les variations numériques chez ces acridiens s'accompagnent parfois de changements morphologiques et comportementaux, nécessitant une distinction entre forme, dite « phase solitaire », et « phase grégaire »; ainsi les acridiens peuvent être ignorés pendant des années pour devenir soudain la principale préoccupation des pays. En Australie, une espèce ordinairement

discrète, *Phaulacridium vittatum*, s'est brutalement révélée, en 1980-1981, capable de pulluler (FARROW et al. 1982, NICOLAS et al. 1985).

Chez les espèces grégaires les problèmes majeurs viennent en effet des fortes densités avec un changement de comportement des individus :

- réunion en bandes compactes,
- résistance aux facteurs du milieu,
- déplacements synchrones à longue distance,
- élargissement du régime alimentaire.

Dociostaurus maroccanus, dont les dégâts sur l'orge sont connus, et qui peut être élevé au laboratoire sur cette céréale, ne la consomme pas dans les conditions habituelles tant que les densités de population du criquet restent faibles (BEN HALIMA et al. 1984).

Pullulations, concentrations et migrations et la combinaison de ces dernières fait du risque acridien un phénomène particulièrement brutal, à cause duquel des régions entières ont dû être désertées (APPERT et DEUSE, 1982). En 2004, plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest ont été victimes de la plus terrible invasion de criquets pèlerins depuis quinze ans. Des millions d'hectares de terres agricoles et de pâturages ont été ravagés. Au mois d'octobre, dix pays d'Afrique de l'Ouest et du Nord étaient affectés: l'Algérie, le Burkina Faso, le Cap Vert, le Mali, le Maroc, la Mauritanie, le Niger, le Sahara Occidental, le Sénégal, et le Tchad. La famine a frappé les zones les plus déshéritées: un tiers des populations mauritanienne et nigérienne, soit 4,8 millions de personnes, ont été exposées à la famine. En Mauritanie et au Mali, un enfant de moins de cinq ans sur trois a souffert de malnutrition. Au Niger, 350 000 enfants de moins de cinq ans ont été menacés de malnutrition grave.

Les processus intensifs de protection des cultures, tels qu'ils s'étaient développés dans le cadre de la «révolution verte », font peser des risques sur les écosystèmes. D'après CARBONNEAU(1986), les pertes agricoles ont été estimées à 60 millions de dollars en 1987 dans la province de Saskatchewan au Canada et qu'en 1987, les opérations de lutte contre les acridiens ont été estimées à environ 100 millions de dollars en Afrique.

Parler de fléau acridien c'est parler de l'Afrique sans pour autant oublier les autres continents car la menace existe même en dehors des tropiques.

En effet l'Afrique, notamment de l'Ouest, le Sahel et le Grand Sud maghrébin, subissent conjointement les affres de deux fléaux dont on ne sait vraiment celui de plus forte dangerosité :

D'une part, l'invasion acridienne et ses dégâts immédiats, massifs mais passagers

D'autre part les épandages à grande échelle de substances chimiques et dont les retombées pernicieuses font craindre des risques à long terme.

Les données recueillies à l'Atelier international qui s'est tenu au Sénégal en 2007 sur l'avenir des biopesticides dans la lutte contre le criquet pèlerin, précisent que sur les surfaces infestées, 13 millions de litres de pesticides organophosphorés ont été pulvérisés durant cette campagne de lutte (FAO ; 2007).

Plusieurs études dont celles de TAYLOR et SPENCER(1990), BEDOS *et al.* (2002) ont montré que 80 à 90% de la dose de pesticide appliquée n'atteignent pas la cible.

Donc l'une des questions qui doivent être posées dans ce cas-là est:

Quel est le devenir de ces quantités énormes de pesticide qui sont versées mais qui ne touche pas la cible? Le moins qu'on puisse répondre c'est qu'elles génèrent:

- Une destruction des arthropodes pollinisateurs et des ennemis des ravageurs des plantes cultivées provoquant ainsi une baisse de rendement;
- Un développement de la résistance des déprédateurs aux molécules de pesticides, pouvant provoquer une recrudescence des ennemis de cultures et des surdosages de pesticides ;
- Une contamination des sols, des eaux de surface et des nappes souterraines;
- L'empoisonnement des utilisateurs, ouvriers agricoles, consommateurs, des producteurs et des effets néfastes sur la santé humaine et animale ;
- Une perte de la biodiversité dans les écosystèmes notamment au niveau de la faune aquatique non ciblé;
- Des teneurs de résidus de pesticides inacceptables dans les produits récoltés et les chaînes alimentaires ;

Compte tenu de la réticence des consommateurs à consommer des produits traités aux pesticides, les limites tolérables tendent vers des valeurs infinitésimales. C'est ainsi qu'à la veille du troisième millénaire, le souci de plus en plus marqué de préserver l'environnement et la santé publique a projeté au premier plan les risques de pollution chimique et leurs impacts sur les écosystèmes.

Beaucoup de griefs sont portés contre les molécule de synthèse, parmi lesquels l'accoutumance des insectes et la sélection de souches résistantes (BENHALIMA et al., 2004), intoxications, pollution de l'environnement et désordres écologiques (REGNAULT-ROGER, 2002). Actuellement, aucun groupe parmi les organophosphorés, organochlorés, pyréthriinoïdes n'échappe à la résistance des insectes (GUEYE et al, 2011).

Afin de faire face à la problématique de synthétiser de façon permanente de nouvelles molécules insecticides et puisque les pesticides ne peuvent pas être abandonnés, c'est la gestion intégrée qui est encouragée (ADDA et al., 2002 ; KETOH et al., 2005).

Contre les locustes, seule la lutte préventive (dans un cadre intégré) est recevable, tant sur le plan économique que sur le plan écologique ; toute autre forme de lutte est un aveu d'échec. Cependant force est d'admettre que la lutte curative doit être encore fréquemment pratiquée et, dans ce cas. Toute intervention se doit d'être efficace ; car il faut agir vite et bien pour obtenir le maximum de résultats en faisant intervenir le minimum de moyens.

On doit se donner pour objectif de contrôler sélectivement les criquets en surnombre qui font peser dans l'immédiat ou en différé un risque évident pour les activités agricoles, sans l'exposition aux inconvénients des pesticides de synthèse et sans chercher à éradiquer les espèces qui font partie de l'entomofaune normale; ceci rend obligatoire la découverte d'alternatives moins polluantes. Dans cette optique, la valorisation des plantes à effet insecticide semble séduire partout dans le monde.

Les végétaux ont la capacité de synthétiser, par des voies métaboliques complexes, de nombreux composés qu'ils utilisent pour diverses fonctions adaptatives notamment en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'ils peuvent subir. Par le biais des métabolites dites secondaires, les plantes sont capables d'anéantir les phytophages ou de limiter les dégâts causés par ces derniers. Ceci a conduit à un équilibre dynamique entre les insectes phytophages et leurs hôtes (PHYLOGENE, 1991).D'ores et déjà, les effets insecticides de quelques plantes ont été prouvés par de nombreux auteurs. .

De nombreuses études se développent actuellement pour isoler ou identifier des substances secondaires extraites de plantes qui ont une activité insecticides , répulsive ou antiappétante ; en particulier pour pouvoir faire face au fléau acridien ; sans pour cela porter atteinte à l'environnement et à l'écologie ; parmi ces travaux nous citons, celui de TAIL,(1998), qui a étudié l'action des extraits de *Melia azedarach*, de *Nerium oleander* et de *Inula viscosa* sur quelques paramètres biologiques de *Shistocerca gregaria* ; celui de MOUSSA, (2003) qui a montré l'effet de l'huile d'*Azadiractaindica* sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de *Locusta migratoria* et *Locusta migratorioides* ;le travail de BELHADI,(2005) qui a utilisé les plantes de *Lonicera japonica* (chèvre feuilles) et de *Nerium oleander* (laurier rose) pour montrer leur impact sur la biologie et la physiologie de *Shistocerca gregaria* ; BEZAZE,(2006) a étudié l'effet de L'inule (*Inula viscosa*), du laurier rose (*Nerium oleander*), de la sauge (*Salvia officinalis*) et du savonnier (*Sapindus utilis*) sur le potentiel biotique de *Schistocerca gregaria*; OUTTAR, (2009) qui a traité *Locusta migratoria* avec *Lawsonia inermis* (henné) et ACHEUK,(2012) qui a évalué les effets de la rue (*Haplophyllum tuberculatum*)sur cet acridien.

C'est dans cette direction que s'oriente notre étude qui est de mesurer l'activité insecticide de l'extrait du *Datura innoxia* sur le stade L4 et L5 et les imagos d'une espèce acridienne *Locusta migratoria*

L'objectif de ce travail est de d'étudier l'efficacité de l'extrait du *Datura innoxia* à partir de ses feuilles sur le criquet migrateur *Locusta migratoria*.

Dans un premier chapitre et après une introduction nous présentons des données bibliographiques concernant l'espèce acridiennes et les différents volets de la lutte antiacridienne ; le deuxième chapitre portera sur le matériel animal et végétal et les méthodes utilisées ; le troisième chapitre rapporte les résultats obtenus lors de l'expérimentation ; ces résultats seront discutés dans le quatrième chapitre. Une conclusion générale et des perspectives clôtureront ce travail.

CHAPITRE I

1. Présentation du criquet migrateur *Locusta migratoria*

1.1. Position systématique

Les criquets appartiennent au **Règne Animal** et au **Sous Règne Métazoaires**,

Leurs corps recouverts de chitine est formés de segments et pourvus d'appendices articulés ce qui les rangent dans :

***L'Embranchement des Arthropodes** (articulés) ***Sous embranchement: Antennates ou Mandibulates**; ils se classent dans:

***La Classe des Insectes**, arthropodes dont le corps est divisé en trois parties tête thorax et abdomen, les criquets possèdent une seule paire d'antennes, deux paires d'ailes et trois paires de pattes locomotrices (**Hexopodes**).

***Sous classe des Ptérygotes**; ils ont une paire d'aile membraneuse et une paire d'élytre sous forme d'un toit, d'où leur appartenance à:

***L'Ordre des Orthoptères**. Qui appartiennent au groupe des hémimétaboles, caractérisés par leur métamorphose incomplète (BELLMANN et LUQUET, 1995).

D'après CHOPARD (1943), cet ordre comporte deux sous ordres homogènes : **les Ensifères et les Caelifères**. Les criquets sont dans:

***Le Sous Ordre des Caelifères** qui se caractérise par leurs antennes courtes, un oviscapte formé de quatre valves courtes et la présence d'organe stridulant. L'organe tympanique situé de part et d'autre du premier segment abdominal (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994). Ce dernier se scinde en trois super familles : *Tetragoidea*, *Tridactyloidea* et *Acridoidea*.

***Super Famille des Acridoidea** qui est d'après LOUVEAUX et BENHALIMA (1986) est subdivisée en quatre familles et 18 sous familles, renfermant plus de 280 espèces et sous espèces susceptibles toutes de se rencontrer en Afrique du Nord.

***Famille des Acrididae**.

***Sous famille des Oedipodinae** qui se caractérise par l'absence d'éperon ou d'un quelconque renflement posternal.

D'après PETIT *et al.*, (2006), la sous-famille des Oedipodinae est divisée en plusieurs tribus.

Le genre *Locusta* appartient à

*** la Tribu des Locustinid** dont les élytres présentent un champ cubital large délimité par les nervures cubitales (antérieure et deux postérieures).

1.2. Description morphologique

Locusta migratoria (L.) présente une importante variation morphologique plus ou moins en rapport avec sa distribution géographique et de ce fait en rapport avec les différentes sous espèces.

1.2.1. Adultes et imagos

Comparée à la taille de criquet pèlerin, celle du criquet migrateur est de moindre importance. Cependant, selon BALACHOWSKY et MESNIL (1936), le criquet migrateur sous sa forme grégaire, est sensiblement de même taille que le criquet pèlerin, il mesure de 40 à 50mm chez les mâles et de 46 à 56 mm chez les femelles. Son corps est généralement d'une couleur brune. Les solitaires quant à eux, ils présentent une variation dans la taille allant de 29 à 46mm pour les mâles et de 34 à 60mm pour les femelles.

La tête, le thorax et l'abdomen des solitaires sont d'une couleur verte, les élytres sont brunâtres tachetées de noire ; les deux premières paires de pattes et les tibias des deux pattes postérieures sont brunes ; les fémurs étant verts. La partie dorsale du pronotum est convexe. Chez les grégaires, les individus sont bruns jaunâtres. Les taches noires des élytres sont nettement plus apparentes et la partie dorsale du pronotum est plutôt concave.

La plupart des espèces acridiennes présentent un dimorphisme sexuel, les mâles étant plus petits que les, femelles (MOKHLESSE et al., 2007; HOCHKIRCH et GRONING, 2008). Le dimorphisme sexuel chez le criquet migrateur solitaire est accentué (Fig.1), par contre chez les grégaires PASTRE et al, (1988) annoncent que le dimorphisme sexuel est absent. BONNEMAISON, (1961) précise que la couleur verte domine souvent chez les femelles et la couleur brune chez les mâles.



-Fig. 1 : Un couple de *Locusta migratoria* montrant le dimorphisme sexuel (Originale):

-(a) Solitaire; (b) Grégaire.

1.2.2. Larves

D'après Roth(1974), les larves des orthoptères ressemblent beaucoup aux adultes si ce n'est pas les ailes qui sont petites, elles sont dites amétaboles. DURANTON *etal*, (1982) ajoutent qu'il peut y avoir une différence dans la pigmentation.

Locusta migratoria est caractérisée par un nombre de stries oculaires proportionnels au nombre de stades larvaires. Le nombre de stries oculaires s'accroît d'une unité à chaque mue. Le cinquième stade présente une strie supplémentaire le long du bord antérieur de l'œil (DURANTON *et al*, 1982).

Les larves de la sauterelle migratrice sont brunes ou vertes (ALBRECHT, 1967).



**Fig. 2 : Larves de cinquième stade(L5) de *Locusta migratoria* (Originale):
-(a) Solitaire; (b) Grégaire.**

1.2.3. Les oothèques et les œufs

Les oothèques sont déposées dans la couche superficielle du sol. La grappe ovigère se situe en général entre 5 et 10cm de profondeur et le bouchon spumeux qui la surmonte arrive au ras du sol ou à quelques millimètres en dessous. (POPOV *et al* 1990).

(DURANTON *et al*(1982), affirment que pour 10 000 espèces acridiennes, environ 250 formes d'oothèques sont recensées dans le monde ; leur caractérisation est basée sur leur dimension, leur forme et la couleur de la matière spumeuse, la longueur du bouchon spumeux, la régularité et le nombre de rangées d'œufs, le degré de recouvrement des œufs, l'angle qu'ils font par rapport à la paroi et de la structure du chorion.

la sculpture chorionique de l'œuf de *L. migratoria* a des ponctuations plus ou moins alignées (POPOV *et al.*, 1990).

Chez le Criquet migrateur, *Locusta migratoria*, l'endochorion se présente comme un enchevêtrement fibreux ménageant des espaces par où circulent de l'air ou du liquide (UVAROV, 1966) ;

Généralement les œufs ne sont pas disposés en vrac dans l'oothèque mais agencés selon trois types principaux :

- **une symétrie bilatérale** où les œufs sont tous orientés dans un même sens en couches successives (*Acridinae*, *Oedipodinae*, *Truxalinae* par exemple) ;

▪ **une symétrie radiale** où les œufs sont arrangés autour d'un axe central (*Cyrtacanthacridinae*, *Catantopinae* par exemple) ;

▪ **une disposition irrégulière**, apparemment sans ordre particulier. (POPOV *et al* 1990). En fonction des espèces acridiennes, le nombre et la taille des œufs constituant les oothèques varient, l'ensemble des œufs constitue la grappe ovigère qui est surmontée d'un bouchon spumeux. Cette masse ovigère chez *Locusta migratoria* est entourée par une gaine fragile de matière spumeuse.

BALACHOWSKY et MESNIL, (1936) annonce que selon les sous espèces de criquet migrateur la taille de l'œuf varie entre 5,5 à 7,1 mm ; ils sont disposés et agencés selon une orientation bilatérale. (Fig. 3).

Les œufs d'acridiens ont généralement une forme allongée, légèrement oblongue. D'après POPOV *etal.*, (1990) les œufs de *Locusta migratoria* au moment de la ponte sont d'une couleur brun clair et leur nombre varie de 50 à 90 par oothèque.



-Fig. 3 : Les œufs de *Locusta migratoria* (Originale).

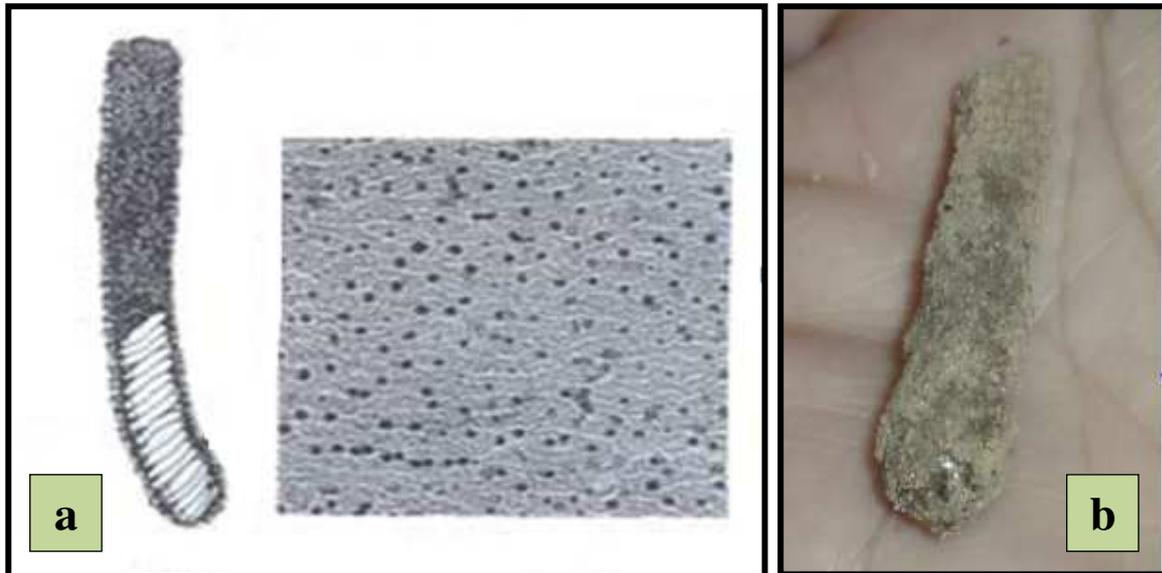
Les oothèques des transiens ont un aspect et un nombre d'œufs intermédiaires (POPOV *et al*; 1990). Elles deviennent plus sombres avec l'épaississement tégumentaire et le développement embryonnaire.

D'après ce même auteur, l'œuf des acridiens est enveloppé de plusieurs couches protectrices et nourricières dont les origines et les fonctions sont bien distinctes. À peine pondu, il est recouvert de l'intérieur vers l'extérieur :

- d'une fine membrane vitelline qui va disparaître rapidement ;
- d'un chorion bien développé composé de deux couches, (l'endochorion et l'exochorion) produit à l'intérieur de l'ovariole par les cellules folliculaires et dont l'empreinte sur le

chorion constitue une ornementation appelée sculpture chorionique qui peut aider à identifier l'oothèque;

–d'un extrachorion sécrété par les cellules muqueuses des parois de l'oviducte au passage de l'ovocyte.



-Fig. 4 : L'oothèque de *Locusta migratoria* :(a) (POPOV et al ; 1990); (b) Originale.

1.3. Biologie

Selon LAUNOIS- LUONG et LECOQ (1989), le criquet migrateur se reproduit en continu et effectue quatre à cinq générations par an dans sa phase solitaire et trois générations par an lorsqu'il est en phase grégaire.

Aux différents états biologiques dont passe les criquets au cours de leurs vie (œuf, larves et ailés), les exigences et les tolérances vis-à-vis du milieu varient.

1.3.1. Accouplement et ponte

Selon ZHU et TANAKA (2002), les criquets de *Locusta migratoria*, ont non seulement une période de copulation longue, mais aussi une période pré-copulatoire prolongée. Ce comportement pré-copulatoire, rapporté comme un comportement des mâles de *L. migratoria* pour garder la femelle jusqu'à ce qu'elle soit réceptive afin d'assurer l'accouplement au moment opportun. Ce comportement semble avoir un autre but car une pré-copulation prolongée augmente la durée de la copulation, qui à son tour augmente la proportion de la descendance.

Les parades nuptiales précèdent l'accouplement chez les acridiens: préliminaires qui sont fréquents et qui consistent en : l'embuscade, la poursuite, des vols spéciaux accompagné de stridulations et de crépitements des ailes colorées.

L'attraction olfactive par le biais des phéromones sexuelles joue un rôle primordial à côté de l'attraction visuelle, et auditive, dans l'attraction aussi bien des mâles vers les femelles que les femelles entre elles vers des sites de ponte. Cette attraction est surtout importante chez les locustes, espèces grégariaptés, (POPOV *et al.*, 1990).

Chez les acridiens, souvent le mâle mur s'agrippe à la femelle lorsqu'elle passe à proximité, si le premier assaut échoue une poursuite s'amorce. Chez *locusta migratoria* on a remarqué que les mâles s'agrippent aux femelles même pendant que celles-ci pondent leurs œufs afin d'éviter la concurrence des autres congénères et car aussi en ce moment les femelles ne contestent pas leurs tentatives.

Le sperme est transmis du mâle à la femelle par l'intermédiaire d'un spermatophore deux minutes après la copulation. Il est introduit dans le tractus génital de la femelle. La séparation des deux congénères entraîne la rupture du spermatophore, une partie restant dans le canal de la spermathèque ou le tube est progressivement dissous. L'autre dans le pénis du mâle. La femelle comme le mâle peut s'accoupler de nombreuses fois dans sa vie. (DURANTHON *et al.*, 1982).



Fig. 5: Accouplement de *Locusta migratoria* (Originale).

La fécondation a lieu juste avant la ponte au passage de l'ovocyte à l'entrée de la spermathèque et les œufs seront immédiatement déposés dans le trou de ponte.

La majorité des espèces acridiennes, comme le cas de *Locusta migratoria* effectuent des pontes hypogées, ses sites de ponte les plus denses se situent dans les champs céréaliers.

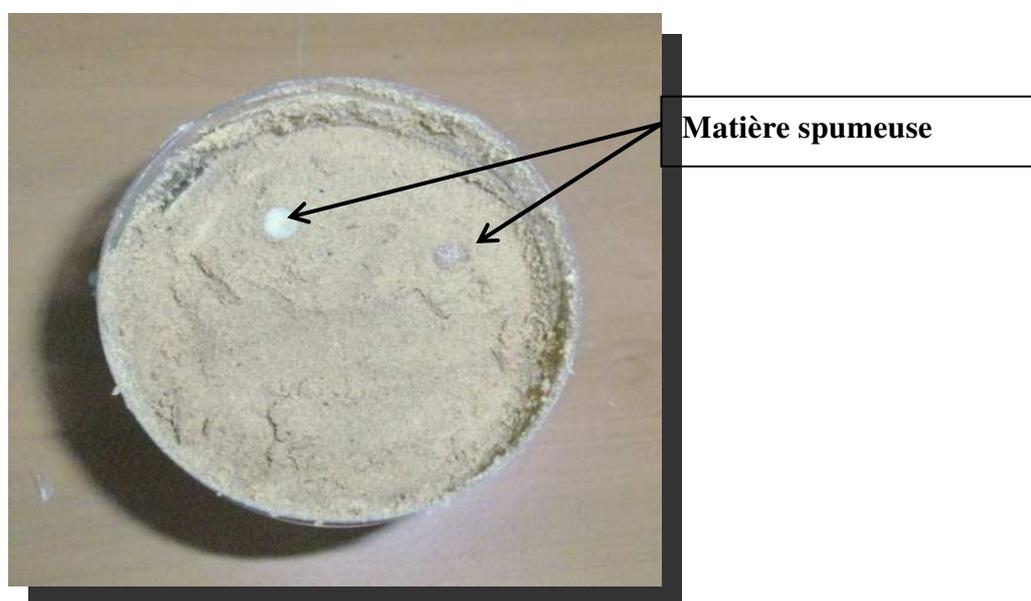
Avant de pondre, la femelle sonde souvent le sol en y insérant l'extrémité de son abdomen pour déterminer si l'humidité est suffisante. POPOV *et al.* (1990), ajoutent qu'une alternance

de plages de sol nu et de touffes de végétation, un bon ensoleillement sont pris en considération par la femelle afin de choisir un site de ponte. Suite à ce constat, il est important de signaler qu'une ponte n'est pas toujours en cours lorsque les femelles sont en train de sonder, le seul test sûr est de creuser le sol pour vérifier si des œufs ont été vraiment pondus (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

Si toutes les conditions favorables à la ponte ne sont pas réunies Il arrive qu'il y ait une légère rétention des ovocytes dans les conduits génitaux, temps pendant lequel la femelle effectuera plusieurs tentatives de forage jusqu'à ce qu'elle trouve un site dont les conditions lui paraissent acceptables. À défaut, les œufs sont lâchés sur le sol où ils se dessèchent rapidement (POPOV, 1958 ; in POPOV *etal* 1990).

D'après ces mêmes auteurs, à la perception d'un milieu adéquat la femelle enfonce son abdomen dans le sol grâce à son prolongement remarquable, ses contractions et les valves qui se serrent et qui s'ouvrent alternativement grâce à l'hormone juvénile JH qui modifie les propriétés physico-chimiques des membranes inter-segmentaires, elles deviennent plus souples au moment de la ponte (GIRARDIE, 1991).

Lors du dépôt des œufs, le trou de ponte est tapissé d'une couche de matière spumeuse plus ou moins fine à laquelle adhèrent des particules de sable.



-Fig. 6: Les pontes de *Locusta migratoria* (Originale).

1.3.2. Embryogenese

dès le dépôt de l'oothèque dans le sol, les œufs commencent immédiatement leur hydratation, augmentent de volume et deviennent turgescents ; car selon POPOV *et al.*,

(1990) les œufs ont besoin d'absorber une quantité d'eau égale ou même supérieure à leur poids pour assurer leur développement.

Le développement embryonnaire commence avec la différenciation de l'embryon au niveau du pôle postérieure de l'œuf, sur la face concave. Cet embryon est appelé bandelette germinative dans ses premiers stades elle correspond d'abord à la future tête de l'embryon puis elle s'étend vers le pôle antérieure en se segmentant pour former progressivement le thorax et l'abdomen (DURANTON *etal*, 1982).

Le temps de développement embryonnaire varie selon les espèces et les conditions d'incubation ; il est de 18 jours à 27C° et de 10 jours à 33C° chez *Locusta migratoria*.

GIRARDIE(1991), affirme qu'à la fin de la vitélogénèses, chez les femelles acridiennes et sous la dépendance d'une neuro-hormone de la pars inter cérébralis, les cellules folliculaires élaborent le chorion qui est de nature protéique et l'ecdysone qui est de nature stéroïdique. Ce même auteur ajoute que l'ecdysone ovarienne passe dans les ovocytes sous forme de conjugués (avec des sulfates ou de l'acide glucoronique ou des sucres) ces derniers sont hydrolysés au cours de développement embryonnaire pour redonner de l'ecdysone responsable de la réinitiation méiotique et des mues embryonnaires

A la fin de développement embryonnaire, le chorion est rompu la larve enveloppée d'une cuticule se dégage par secousse ; ensuite elle se débarrasse rapidement de cette peau libérant ainsi ses appendices aux cours d'une mue intermédiaire et devient une larve de 1^{er} stade.



Fig. 7 : Ecllosion des œufs de *Locusta migratoria* (Original).

1.3.3. Développement larvaire

Le terme «larve» désigne la forme juvénile des insectes et d'autres animaux. Au sens strict, le terme larve ne doit être employé que dans le cas où les formes juvéniles sont très différentes des imagos (insectes à métamorphoses complètes). Chez les insectes à métamorphose incomplète, tels que les Orthoptères, les larves ressemblent partiellement et vivent dans le

même milieu que les adultes. Le terme juvénile paraît plus approprié (BALANÇA et DE VISSCHER, 1992).

La durée du développement larvaire au sein du même type de population (solitaire ou grégaire) varie en fonction des conditions du milieu (température de l'air, humidité relative) (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

Au cours de leurs développements, les larves passent par plusieurs stades. Il est au nombre de cinq chez *Locusta migratoria*. Pour passer d'un stade à un stade suivant, la larve perche pour effectuer une mue.

La mue est le rejet de la cuticule chitineuse qui enveloppe l'insecte et revêt la surface interne des portions antérieure et postérieure du tube digestif. Un clivage se produit entre la vieille et la nouvelle cuticule. Cet espace s'emplit d'un liquide, riche en enzymes propres à digérer certaines parties de la cuticule, il est sécrété par des cellules épidermiques (GRASSE; 1979).

Ce même auteur ajoute qu'avant la mue, l'insecte vide son intestin, s'immobilise. Des modifications de la composition du l'hémolymph, etc... se produisent ; la mue et sous la dépendance de la sécrétion d'hormone par la glande, prothoracique ; elle même sous le contrôle de la sécrétion de la pars intercerebralis du cerveau.

L'ancienne cuticule se rompt au niveau de la nuque, la larve à demi sortie de son ancienne cuticule se retourne ensuite sur le support et s'immobilise tête en haut contractant rythmiquement son abdomen pour accroître son volume corporel grâce aux sacs trachéens et à une redistribution de l'hémolymph dans le corps, avant le durcissement rapide de nouveaux téguments.

1.3.4. Le développement imaginal

Les larves au cinquième stade subissent une dernière mue qui est appelée: la mue imaginale elle conduit à la formation de l'imago. Selon BALANÇA et DE VISSCHER(1992) l'imago désigne l'insecte ayant effectué toutes ses mues, mais qui est incapable de se reproduire, une fois qu'il achève sa maturité sexuelle, il devient alors un adulte pouvant s'accoupler.

L'imago après l'exuviation a un corps mou il déplie ces ailes et les laisse sécher en position droite avant de les replier à l'arrière de son corps selon certaines nervures longitudinales. À la vie imaginal, les criquets mâles et femelles cherchent un biotope favorable et s'alimentent ; ils augmentent de poids et accumulent le corps gras. Le poids des mâles se stabilise tandis que celui des femelles continue à augmenter en relation avec la maturité ovocytaire.

GIRARDIE (1991), affirme que la production des spermatophores est la fonction des glandes accessoires mâles dont l'activité est stimulée par les phéromones mâles est sous l'induction de l'hormone juvénile JH ; aussi elle est une hormone gonadotrope polytrophique. Elle est

responsable de la maturation du corps gras chez la femelle adulte. Lorsque les ailés effectuent les premiers accouplements, ils deviennent mature sexuellement ; ils sont des adultes.

1.4. Comportement

1.4.1. Grégarisme et Poly morphisme phasaire

UVAROV (1911-1928) est le premier, à étudier la biologie des criquets migrateurs et qui découvrit le phénomène de phase. Observant le criquet migrateur d'Asie et du Sud- Est de l'Europe il constata qu'il existe deux formes, deux phases : la phase solitaire (dont en faisait une espèce (*locusta danica*) et la phase grégaria (*locusta migratoria*) capable de se transformer l'une vers l'autre par l'action de groupement ou de l'isolement. (BOUEH et CHANTON ; 1978).

La différence phasaire chez les acridiens est profonde, elle affecte la morphologie, l'anatomie, la physiologie et le comportement des insectes (FESCEMYER, 1993).

La transition de la phase solitaire à la phase grégaire et vis -versa, constitue une phase transitoire, si la densité augmente on parle alors de criquets transiens congrégans et si elle diminue de transiens dissocians (SYMMONS et CRESMAN ; 2001).

Le polymorphisme phasaire des criquets grégaires présente des différences physiologiques dont certaines suggèrent un déterminisme endocrinien. La phase solitaire se caractérise par une forte teneur en hormone juvénile (JH), par un stade larvaire surnuméraire, par une pigmentation verte, par la pérennité de la glande de mue chez l'adulte, par une vie imaginale plus longue et par une fertilité et un rythme cardiaque élevé. Les grégaires se distinguent par une forte consommation d'oxygène, par des marches et des vols soutenus, par un développement larvaire plus rapide, par une tendance à la diapause imaginale et par une pigmentation sombre (GIRARDIE, 1991). Chez *Locusta* les yeux des solitaires sont plus pâles ou plus translucides, souvent tachetés avec de petites taches rondes de couleur claire (NOLTE, 1978). En phase grégaire, les imagos de *Locusta* présentent une coloration unique jaune avec une forte maculature noire (PENER, 1976).

1.4.2. Mécanisme de la transformation phasaire

Le principal facteur déclenchant vers l'un ou l'autre des deux pôles phasaires est la densité (FESCEMYER, 1993).

Les invasions des criquets sont largement favorisées par les actions humaines destructrices du couvert végétal dans les zones semi-arides. En effet, la multiplication des populations de criquet est stimulée par leur grégarisation (tendance à vivre en groupe) qui est favorisée par le surpâturage et l'aridification qui en résulte. La structure de la végétation joue en effet un rôle très important dans le processus (ABOU THIAM, 1991).

HARROY(1985), annonce qu'en cas de surpopulation, les criquets entrent plus fréquemment en contact avec les hormones juvéniles rejetées avec les excréments. L'imprégnation des jeunes larves de la phase solitaire par une quantité plus importante de ces hormones provoquerait des modifications morphologiques et de comportement amenant à la phase grégaire.

Sous l'action du système des vents dominants, les imagos solitaires vont se concentrer dans les zones de convergence des vents. D'après LECOQ (1991) la densité peut se multiplier par 100 voir par 1000 ; ainsi les seuils de transformation phasaire peuvent être dépassé et les agents biologiques de mortalité vont être dilués.

Cette concentration de population solitaire a deux conséquences, l'une immédiate par un choc psycho physiologique modifiant le comportement ; l'autre est différée et qui est une préadaptation de la descendance à vivre en groupe. Avec des conditions météorologiques favorables, les concentrations solitaires vont effectuer leur maturité sexuelle et pondre rapidement.

En occurrence, la concentration des pontes sera très forte et avec un bon déroulement de développement embryonnaire et les éclosions simultanées feront de très forte densité de nouvelles larves issues des parents solitaires préadaptés à vivre en groupe et qui ont une certaines caractéristiques de la phase grégaire ou en moins de la phase transiens.

La formation des rassemblements non organisés des larves sont appelés **taches larvaires**, vont se réunir et conduire à la formation d'un ou plusieurs rassemblements organisés nommés **bandes larvaires**, en conséquence la densité est une fois de plus augmentée et fait accroître avec elle la grégariaptitude des individus.

L'évolution des bandes larvaires jusqu'à leur mue imaginale va former des essaims transiens congrégans nés de parents solitaires appelés essaims primitifs. Si elles sont issues de parents grégaires, on parlera d'essaim secondaire, plusieurs essaims primitifs voisins peuvent s'agglutiner et renforcer leur cohésion pour former un seul essaim et comme, un essaim primitif peut se fragmenter et perdre sa cohésion, sous le fait de la faible grégariaptitude, ou réduction d'effectif à cause de mortalité naturelle, ils forment alors des transiens dégréngans.

L'humidité (ROWELL et CANNIS, 1971) et d'autres aspects non sociaux de leurs environnements tels que la température et la photopériode peuvent aussi modifier le comportement, la couleur et la morphologie des imagos et des adultes de *Schistocerca* sp. élevés en groupe (GILLETT, 1978).

1.5. Répartition géographique

Une bonne connaissance des biotopes favorables de criquet est nécessaire pour rationaliser la surveillance antiacridienne (MAHJOUR, 1988).

Le choix d'un habitat dépend de multiples facteurs dont, la structure de la végétation, le nombre d'espèces végétales, le climat, les caractéristiques édaphiques, la disponibilité des plantes nourricières et des sites de ponte (OTTE, 1977 ; JOERN, 1982).

1.5.1. Dans le monde

Le criquet migrateur, est très largement répandu en Afrique, au sud du Sahara, dans la péninsule Arabique et Indopakistanaise, en Europe ainsi que sur les bords de la méditerranée, en Asie orientale ainsi qu'en Australie. (DURANTON *etal.*, 1982). (Fig. 9)

En phase solitaire, le criquet migrateur africain vit dans tous les pays d'Afrique au Sud du Sahara, à l'exception des régions équatoriales. Cependant, les populations restent limitées géographiquement au niveau des bassins fluviaux où se produisent des phénomènes d'inondations à la faveur des crues de mousson. La décrue des fleuves permet aux criquets migrants de subsister en saison sèche : pas de diapause. (PASTRE *etal.*, 1988).

L'aire grégarigène principale du criquet migrateur est celle où s'opère le passage de la phase solitaire à la phase grégaire et où se forment les premiers essaims, il se situe au Mali, dans la zone d'inondation du fleuve du Niger. La dernière grande invasion s'est déclarée dans cette zone en 1928 durant cinq ou six ans, elle s'est étendue à une très grande partie du continent africain, au sud du Sahara. Elle n'a pris fin qu'en 1940. (CIRAD., 2000).

1.5.2. En Algérie

CHOPARD ; (1943) signale la présence de l'espèce *Locusta migratoria* dans les régions d'Oran, Chabet El Aneur, Lalla Maghnia, Philippeville (Skikda), Laghouat, Hammam Bou Hadjar, Perrégaux (Mohammadia), Biskra, Saïda et la Calle (El Kala).

D'autres données ont été répertoriées entre 1944 et 1956, dans les collections du département de zoologie agricole et forestière de L'ENSA (Ecole National Supérieure Agronomique d'El Harrach) et portent sur des individus de *L. migratoria* capturés près d'Alger : à Fort de l'eau, Reghaïa, Hamiz, Rouiba, Chaabet El Aneur ; en Kabylie à Tigounatine, Tamda et Tala Amara ; près de Constantine, près de M'sila à Aïn Kherrmane, et à Bir Ghabalou dans la région de Bouira. Cette espèce occupe actuellement tout le territoire algérien, mais elle est très inégalement répartie. D'après les données recueillies, nous l'avons recensée 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, cette espèce est présente également dans les hautes plaines telliennes Bordj Bou Arreridj à l'est, ainsi que dans les hauts plateaux steppiques de Naama à l'ouest, Batna à l'est (ALLAL-BENFEKIH, 2006).

Les densités enregistrées actuellement au nord sont généralement très faibles et les individus isolés passent facilement inaperçus. Il n'en est pas de même dans le sud algérien, où les pratiques agricoles favorisent le développement de populations de ce ravageur.

Dans le Sahara algérien, l'eau est l'un des facteurs limitant le développement des Acridiens s'avère être l'eau. Le développement de l'agriculture saharienne avec l'intensification des périmètres de mise en valeur en irrigué, à partir des années 1980, a entraîné de profondes modifications du peuplement acridien. Près de 400 pivots englobant plus de 200 000ha de céréales ont été mis en place (OULD EL HADJ, 2002), *L. migratoria* sp. cinerascens a manifesté récemment des pullulations dans des périmètres irrigués du Sahara central algérien. (PETIT et DOUMANDJI-MITICHE, 2006).

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 du Sahara central au sud de la région d'Adrar. A l'extrême sud, elle a été observée à Abalessa près de Tamanrasset (ALLAL-BENFEKIH, 2006).

1.6. Importance économique et préjudices

A l'état solitaire les locustes sont inoffensifs, c'est sous leur forme grégaire que ces espèces acridiennes grégariaptés sont les plus dangereuses.

Sur le continent africain, les cycles d'invasion du criquet migrateur sont peu fréquents. Toutefois, quand il s'abat sur les cultures, ce criquet est particulièrement dévastateur. Les dégâts causés par ses bandes larvaires et ses essaims sont essentiellement limités aux graminées (mil, maïs, riz, canne à sucre, blé...). Mais il peut infester aussi, à l'occasion, le bananier, l'ananas, les palmiers à huile ou dattiers, le cocotier, le cotonnier, l'arachide, les pâturages, les jardins potagers et même les cultures ornementales.

Lors de l'invasion du criquet migrateur malgache à Madagascar en 2012; la FAO(2014) estime que trois campagnes de lutte antiacridien successives d'un coût totale de 43,9 millions USD, seront nécessaires pour revenir à une situation de rémission en traitant plus de 2 millions d'hectares de septembre 2013 à 2016, si tous les fonds requis pour mettre en œuvre ce programme n'étaient pas disponibles à temps, l'invasion pourra affecter sévèrement la sécurité alimentaire des population malgache.

L'invasion du criquet qui a dévasté l'Algérie en 1867 a provoqué une famine qui a fait périr 500 000 personnes, certains entomologistes pensent même que les criquets ont pu contribuer à la disparition de civilisations anciennes (DESIRE et VILLENEUVE, 1972).

D'après INPV(2004), l'Algérie a débloqué une enveloppe de 6 milliards de dinars algérien pour couvrir les frais des opérations de lutte antiacridienne ; lors de laquelle 500.000 hectares infestés par le criquet ont été traités au niveau de 13 wilayates dont les plus touchées, sont Béchar, Tamanrasset, Biskra, Ouargla et Khenchla. et un stock de pesticides de 92.000 litres a été mis en disposition des services concernés.

En 2004, les besoins nécessaires pour contenir la menace acridienne en Afrique de l' Ouest sont de 9 millions de dollars, en début d' année et atteindre les 100 millions de dollars en septembre 2004 (GBADAM, 2004).

Le bilan de la dernière invasion en Afrique de l'Ouest en 2004-2005 est éloquent: 26 pays affectés, 6,5 millions d'hectares dévastés, 13 millions d'hectares traités avec des pesticides, des pertes de récoltes estimées à quelques 2,5 milliards de dollars, des coûts de lutte évalués à plus de 400 millions de dollars.

En Algérie, une invasion acridienne envahit le pays depuis le Sud-Ouest le 22 février 2004 ; pour couvrir les frais du plan d'urgence de la lutte antiacridienne tel que l'acquisition de quantités importantes de pesticides, moyens de prospection, véhicules, matériel de traitement et d'autres besoins; une enveloppe de 6 milliards de dinars a été débloquée. A la fin de mois de juin 2004 une superficie totale de 1.559.386ha a été traitée sur 29 wilayas du pays(MOUMEN, 2005).

Le coût des opérations antiacridiennes lors de la dernière recrudescence de Juin 2003 à Août 2004 est estimé à 166 millions dollars américains (LECOQ, 2005).

D' après OULD- El HADJ (2002), en 1995, malgré une accalmie dans tout le sahel, on a assisté à de fortes concentrations de *Schitocerca gregaria* dans la Wilaya d' Adrar, plus de 10.000 hectares ont été traités à cet effet et près de 11.000 litres d' insecticides ont été utilisés, sans arriver à bout de ce locuste.

Les criquets pèlerins ont détruit:

- 7 millions de pieds de vigne, soit 19 % du vignoble en Libye (1944) ;
- 55000 tonnes de céréales au Soudan (1954) ;
- 16000 tonnes de mil et 2 000 tonnes d'autres céréales au Sénégal (1957) ;
- 167 000 tonnes de céréales en Éthiopie (1958), soit la nourriture d'un million d'hommes pendant un an.

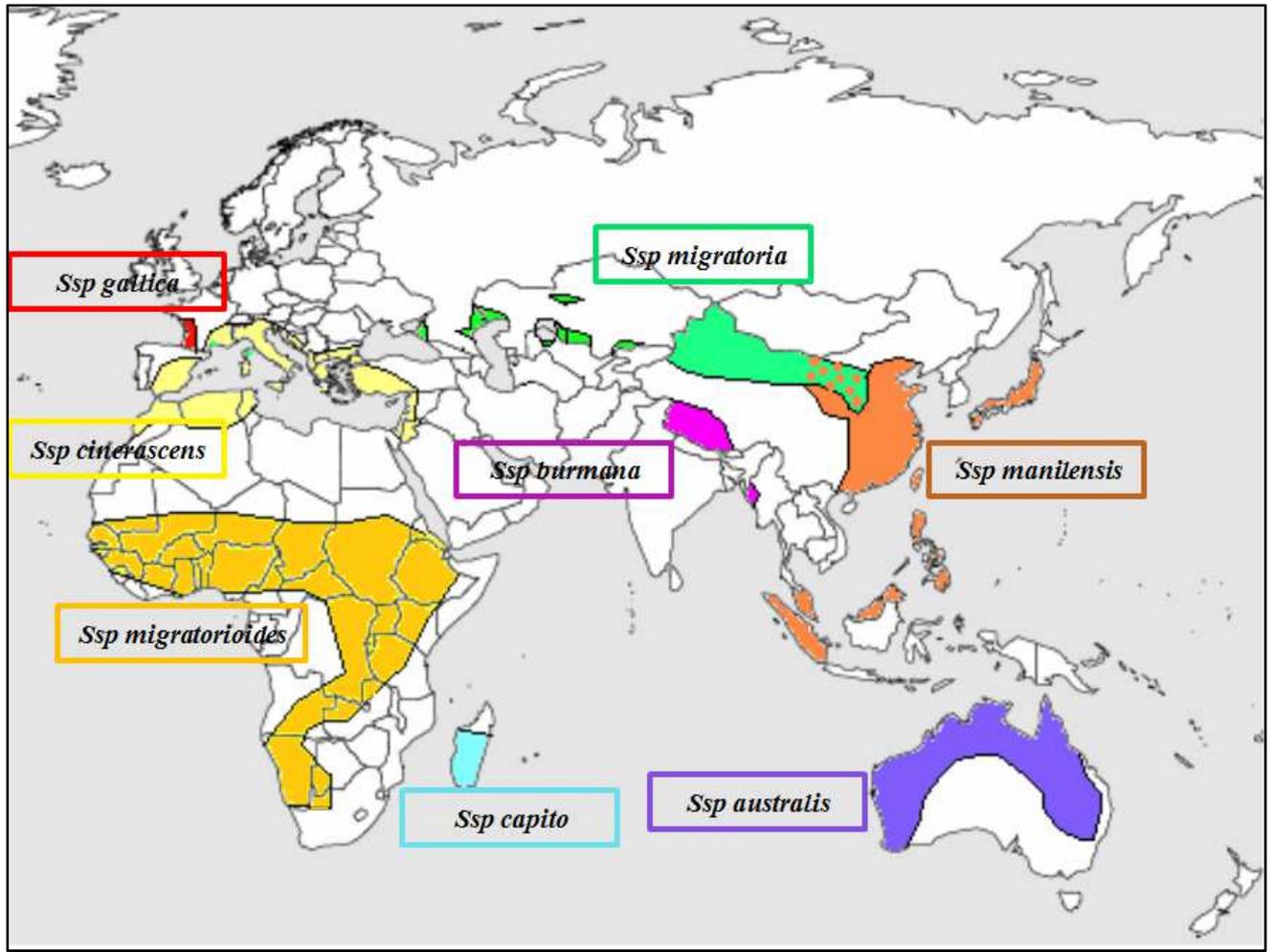


Fig. 8 : Répartition des différentes sous espèces de *Locusta migratoria* dans le monde GRICHANOV et SAULICH (2003). (Modifier):

- la sous-espèce *burmana* (Lamme, 1951);
- la sous-espèce *capito* (Saunders, 1884);
- la sous-espèce *cinerascens* (Fabricius, 1781);
- la sous-espèce *manilensis* (Meyen, 1835);
- la sous-espèce *migratoria* (Linnaeus, 1758);
- la sous-espèce *migratorioides* (Reiche et Fairmaire, 1849);

Lors de l'invasion de 1987-1988. On notera la traversée de l'Océan Atlantique par de nombreux essaims qui ont atteint les Antilles et l'Amérique du Sud en octobre 1988.

Le poids des chiffres entre 1986 et 1993, les opérations de lutte, menées sur environ 30 millions d'hectares en Afrique ont coûté 342 millions de dollars (CIRAD; 2000).

l'épandage de millions de litres d'insecticides pour lutter contre les acridiens sur de vastes superficies ne peut pas rester sans effet sur les écosystèmes.(Tab.1)

Tableau N° 1: Exemples sur les surfaces traitées et les quantités de pesticide utilisées en lutte antiacridiennes d'après **BRUGE(1991)**.

	Surface traitée (ha)		Quantité de pesticides (L)	
	1986	1988/1989	1986	1988/1989
Compagne				
Mauritanie	324700	876000	47000	373000
Sénégal	900000	2165000	492000	1075000
Mali	478000	410000	200000	232000
Niger	480000	967800	70000	593000
Tchad	194000	105000	59000	96000
Burkina	232140	9000	73780	-

1.6.2. Incidences sur la santé publique

À la suite de donations de pesticides inadaptés ou de quantités excessives de pesticides, sur les 20 000 tonnes d'excédents ou de stocks obsolètes qui, d'après les estimations, se trouvent en Afrique, une grande partie résulte des programmes de lutte antiacridienne. Or ces stocks représentent un danger pour la santé humaine et pour l'environnement(PAN UK; 1998).

D'après l'OMS (1988), les pesticides tuent 220 000 personnes annuellement. En outre, le Tiers Monde a déploré de nombreux drames tel celui de la Turquie en 1956 qui aurait fait plus de 3000 victimes, et dont les séquelles étaient encore étudiées en 1986 DE VISSCHER, (1991) (Tab.N° 2).

Tableau N°2: Effets des pesticides sur l'être humain d'après **DE VISSCHER, (1991)**

Effet Exposition		Immédiat		Retardé
		Temporaire	Court terme	Long terme
Hautes doses	Exposition aigue	Mort	Epilepsie	
	Expositions répétées	Variation EEG, Altérations neurologiques, Cholestérol sanguin élevé, Vitamine A sanguine élevée, Hypertension Fertilité réduite, stérilités, Dyscrasie sanguine, Allergie	Séquelles psychiatriques Maladie CV Affections hépatiques	Parkinsonisme indirect
Faibles doses	Expositions répétées			Tératogénèse Mutation Cancer

2. La lutte antiacridienne

L'homme face aux intermittentes invasions des acridiens en ingéniosité à recourir à tout un ensemble de moyens de lutte préventive, écologique, physique, chimique et biologique (LOMER et PRIOR, 1992).

En Algérie la lutte contre les sauterelles est rendue obligatoire par le décret du 10 juillet 1920. Au terme de ce décret, toute l'organisation de la lutte est confiée aux syndicats de défense institués dans toutes les communes et pourvue de fonds suffisants. Ce décret fut modifié par un arrêté en date de 1 février 1929 donnant la direction technique de la lutte aux services de la défense des cultures ; les résultats d'une telle décision ne tardèrent pas à se faire sentir. Alors que autre fois, on n'arrivait pas à arrêter les ravages des sauterelles (BALACHOWSKY et MESNIL ; 1936).

2.1. Stratégie la lutte antiacridienne

SHOWLER, (1997) cite trois stratégies de lutte basées sur l'intervention dans le temps.

- **La stratégie préventive**

Elle doit avoir lieu avant l'approche du comportement grégaire des locustes, quand ils sont amassés en petits groupes de plusieurs mètres carrés dans les aires de reproduction. Le succès de la lutte repose sur le contrôle de la proportion critique de la population avec le but de la maintenir en rémission indéfiniment (SHOWLER et POTTER, 1991).

- **La stratégie proactive**

L'intervention pour ce type de stratégie est localisée pour empêcher les criquets d'atteindre le statut fléau, elle compte sur une détection précoce des bandes et d'essaims de criquets de préférence dans les aires de reproductions.

- **La stratégie réactive**

SHOWLER (2001) explique que l'intervention a eu lieu après que l'invasion soit enclenchée; La lutte doit se faire au moment où les essaims sont au repos soit avant 9h. SHOWLER et POTTER (1991) attestent qu'à cette stratégie, le manque d'alternative rend l'intervention chimique l'ultime moyen pour stopper une invasion.

Selon LOMER et *al.* (2001), l'intervention précoce réduirait les frais financiers et environnementaux dus à des traitements à grande échelle. La proaction compte sur une détection précoce des bandes et d'essaims de criquets, de préférence dans les aires de reproduction et avant la mise en place des ressources pour la campagne (SHOWLER, 2001).

Lutter contre les essaims d'ailés est nécessaire. Privilégier cette cible, c'est laisser l'initiative aux criquets et s'obliger à la mise en œuvre de moyens gigantesques contre une situation qui risque de devenir critique.

La priorité doit être donnée à la destruction des bandes larvaires. Les ailés, très mobiles en conditions habituelles de température, ainsi que les œufs dissimulés dans le sol, sont difficiles à atteindre.

A leur éclosion, les jeunes criquets ont leurs téguments mous et très vulnérables. Durant les premiers jours qui suivent leurs naissances ces insectes se rassemblent par bandes serrées comprenant un nombre considérable d'individus groupés sur un espace restreint.

D'après BALACHOWSKY et MESNIL, (1936) cette bande s'étale en quelques semaines sur un espace dix fois ou quinze fois supérieur.

RACHADI, (1991) confirme que cent hectares de bandes larvaires non traitées peuvent se transformer en deux mille hectares infestés d'ailés. La différence n'est pas seulement quantitative, elle est aussi qualitative : à un problème soluble, on substitue une situation pratiquement ingérable. Les avantages et les inconvénients qui justifient l'intérêt de choisir en priori larves comme cible par rapport aux ailés sont illustrés dans le Tableau numéro 3.

Le traitement des essaims est déconseillé surtout sur des ailés en vol car il est difficile, coûteux et à effet de courte durée ; par contre, Le traitement des bandes larvaires est à recommander à chaque fois que c'est possible car il est facile, économique et à effet durable. La lutte contre les ailés n'est entreprise que lorsque la lutte contre les larves a échoué, elle

n'est jamais préventive et rarement curative ; sauf s'il s'agit d'immigrants immatures séjournant au sol

La lutte préventive est comme la lutte curative, doit être orientée vers la destruction des bandes larvaires.

-Tableau N°3 : Comparaison des avantages et des inconvénients entre les bandes larvaires et les essaims comme cible à privilégier. (RACHADI, 1991).

	Bandes larvaires	Essaims d'ailés
Repérage de la cible	Difficile (les larves sont jeunes, végétation est haute). bande repérée est facile à suivre.	Facile (la cible est tridimensionnelle). Mais la poursuite difficile (elle est fugace).
Mobilité de la cible	Réduite (par marche et par saut)	Très grande (les vols de jour)
Persistance dans un même site	Plusieurs semaines	Quelques heures à quelques jours
Dimension et compacité de la cible	Denses par unité de surface. (quelque dizaine de mètres à quelques hectares).	colonise un espace 20 fois plus que la surface occupée par la bande larvaire dont il est issu.
Fragmentation à l'impact	Les larves se dispersent peu lors des épandages d'insecticides	Les ailés touchés par l'insecticides s'envolent en déclenchant l'envol des milliers de congénères hors de portée des épandages
Vulnérabilité de la cible	sensibles aux insecticides, Mobilité réduite, on dispose d'un mois avant qu'elles deviennent des ailés	plus résistants aux insecticides. instables, on ne dispose que de quelques heures pour intervenir.
Pulvérisation adéquate	Pulvérisation sol-sol Pulvérisation air-sol	Pulvérisation sol-sol; air-sol (ailés posées) Pulvérisation sol-air; air-air (ailés en vol)
Type de traitement Possible	Traitement en barrière (produit persistant) ; Traitement en couverture totale (produit Non persistant)	Traitement en couverture totale (essaims au sol) ; Traitement des ailés en vol est très difficile et peu efficace même avec les produits à effet choc.
Contrôle des traitements	Faciles à faire, souvent possibles Résultats complets	Très difficiles, parfois impossibles Résultats partiels
Sécurité des aéronefs	Equivalent à tous les traitements aériens phytosanitaires	Très difficile lorsque les aéronefs traverse des nuages d'ailés

2.1.1. La lutte préventive

La lutte préventive consiste à intervenir le plus tôt possible dans la genèse des pullulations quand il y a suffisamment d'effectifs pour constituer une cible, et que les surfaces à traiter sont encore restreintes. L'objectif à ne pas perdre de vue est d'empêcher le criquet d'enclencher un processus de grégarisation. Il faut donc exercer une action destructive sur les populations acridiennes franchissant un seuil d'existence critique à 500 ailés/ha ou 5000 larves/ ha. Cette lutte revêt deux aspects :

- la prospection dans les zones grégarigènes;
- la surveillance des conditions météorologiques ;
- les traitements des foyers de grégarisation.

L'évidente nécessité de privilégier la lutte préventive n'échappe à personne. Mais elle est difficile à mettre en pratique car elle doit se dérouler dans des zones désertiques, difficiles d'accès et souvent transfrontalières. Elle doit utiliser des équipes qualifiées dotées de matériels spécialisés (radars, systèmes de positionnement GPS, systèmes d'information géographique...) et soumises aux exigences d'une logistique rigoureuse.

2.1.2. La lutte curative

Elle vise à arrêter un début d'invasion, autrement dit à intervenir avec des moyens relativement importants pour éteindre le ou les foyers de grégarisation avant la dissémination des essaims grégaires. Dans ce cas, la réussite dépend de l'exactitude des signalisations, de la rapidité des interventions et de la qualité des moyens mis en œuvre. A ce niveau, il est encore possible d'anéantir les populations acridiennes des foyers de pullulation, et même d'arrêter l'invasion si les moyens adéquats sont mis en œuvre au bon endroit, au bon moment.

Si la lutte préventive a été insuffisante, si la lutte curative est restée inefficace et que les conditions de dispersion et de reproduction sont réunies sur de grandes étendues, le risque d'invasion généralisée est évident, tous les moyens nationaux et internationaux doivent être coordonnés et mis en œuvre à bon escient, afin de diminuer les effectifs acridiens en circulation.

2.2. Méthodes de lutte antiacridienne

Lors de l'accroissement du nombre d'acridiens qui atteint des niveaux tels que les récoltes sont menacées ou anéanties, Deux possibilités d'interventions sont envisageables pour réduire l'importance des populations de criquets : les faire fuir ou les détruire sur place. Dans le passé, on a tenté de déplacer les pullulations acridiennes les plus menaçantes par le feu et la fumée, le bruit, le rabattage, l'endiguement, les prières collectives, le décalage du calendrier cultural. Cependant, depuis plusieurs dizaines d'années, la préférence est donnée aux moyens biocides, Hormis la lutte mécanique, la lutte chimique et la lutte biologique.

2.2.1. La lutte mécanique et culturelle

Pendant longtemps la destruction des criquets était presque exclusivement assurée par des procédés mécaniques et cultureux.

Le repérage des lieux de ponte au moment du regroupement des imagos a une grande importance car il permet de fixer le point de départ des futures invasions et d'apprécier leur importance numérique ; mais les terrains accidentés rendent l'accès dans ces zones très difficile.

2.2.1.1. Action sur les oothèques

***Exposition des oothèques à la surface**

Pour détruire les oothèques on peut procéder à un sarclage des sites de ponte avant les périodes des éclosions. Lors du sarclage il est bien recommander de bien casser les mottes de terres et de bien exposer les oothèques à la surface du sol ou elles se dessècheront par le soleil ou mangées par les oiseaux. Beaucoup d'oothèques restent inaccessibles dans la roche et entre les arbustes (LOMER et *al.*, 1999).

***Enfouissement des oothèques dans le sol**

Pour détruire les pontes par le labourage en enfuit profondément les oothèques, empêchant ainsi les larves nouveaux - nées de se frayer une voie de sortie vers la surface (MALLAMAIRE, 1937).

2.2.1.2. Collecte ou destruction manuelle des stades épigés

La collecte à la main ou au filet peut encore être conseillée dans des petites plantations villageoises ou le coût des produits insecticides est une trop lourde charge.

On peut aussi détruire directement les criquets par écrasement. Pour faciliter le repérage des individus Le désherbage ou fauchage dans les plantations est conseillé.

La mise en place de piquets dans les plantations (1.2m de haut, 0.5à1cm de diamètre à intervalles de 1.8m et inclinés à 20° par rapport à la verticale) pour attirer les insectes quand ils se perchent le soir et ainsi faciliter la collecte (HARGREAVES ,1926).

2.2.1.3. Brûlage des larves

La méthode consiste donc à déposer sur les lieux de pontes des lits d'herbe sèches telles que l'Alfa dans lesquels les jeunes criquets se réfugieront à la tombée de la nuit, alors que les bandes sont encore engourdies par le froid on met le feu à l'herbe en ayant le soin d'aller contre le sens du vent ; les jeunes criquets encore peu mobiles sont brûlés sur place. On arrive ainsi à détruire des essaims dès leurs éclosions.

2.2.1.4. « MELAFAS » et barrage de zinc

Les grandes toiles de MELAFAS et des barrages de zinc ont une longueur de 8 m sur une largeur de 4m ; la partie inférieure est posée sur le sol et la partie supérieure est dressée en angle droit pour former barrage ; on rabat les criquets dans la toile lentement, quand tous les criquets sont engouffrés, on assemble les deux bords et on vide le contenu dans la fossé ou on entame l'écrasement. Selon BALACHOWSKY et MESNIL, (1936) cette méthode donne de très bon s résultats ; on quelques minutes on peut ramasser 50 à 100Kgrs de criquets par MELAFAS.

L'inconvénient de cette méthode est qu'elle demande beaucoup de mains d'œuvres, le matériel est coûteux et se détériorent rapidement.

2.2.2. La lutte chimique

Les opérations de la lutte chimique à grande échelle demeurent encore le seul moyen fiable pour contrôler ces ravageurs. L'arsenal chimique contre les insectes est très diversifié, tant par sa nature, par sa présentation, que par les moyens d'épandage.

D'après PAN UK(1998), La dieldrine a été le premier insecticide utilisé à grande échelle en lutte antiacridienne elle a été interdite à cause de sa rémanence, de ses effets sur l'environnement, et de sa bioconcentration dans les tissus adipeux. La dieldrine a été remplacée par des insecticides organophosphorés comme le fénitrothion, le malathion et le diazinon, et par des carbamates comme le carbaryl et le propoxur. Bien que moins dangereux pour l'environnement, ces pesticides étaient plus dangereux pour la santé de l'homme et des animaux. Ils ont été suivis de produits chimiques de la famille des pyréthroides comme la cyperméthrine et la lambda-cyhalothrine, et par un nouveau produit de la famille chimique du phényl-pyrazole, le fipronil.

2.2.2.1. Modes d'intervention dans la lutte anti acridienne

D'après RACHADI, (1991), il y a deux modes d'intervention en lutte anti acridienne :

*Les traitements en couverture totale permettant de traiter la totalité de la surface infestée.

*Les traitements en barrière ; ils consistent à traiter des bandes de végétation parallèles avec un pesticide et de laisser entre elles des bandes non traitées (FAO; 2006).

Ce mode de traitement n'est valable que pour le traitement de bandes larvaires de locustes et avec des produits ayant une rémanence d'au moins un mois, afin que même les insectes à l'état d'œuf puissent être atteints ultérieurement après l'éclosion (RACHADI, 1991).

Les avantages des traitements en barrières sont multiples, d'un point de vue opérationnel ils permettent le traitement rapide de grandes surfaces infestées par des bandes larvaires dans un intervalle de temps restreint ; un avantage environnemental majeur est que des parts importantes de superficie infestées ne sont pas traitées, enfin ces traitements sont moins coûteux que ceux de couverture totale.

La majorité des produits actuellement utilisés en lutte antiacridienne sont dans la catégorie de produit à action létal choc; l'action létale significative est atteinte, dans les vingt-quatre heures qui suivent leur application. Ils sont tous de contact, d'autre peuvent en plus agir par ingestion ; ils appartiennent aux familles chimiques suivante il s'agit des organophosphorés, des carbamates et des pyréthriinoïdes.

Nous ne disposons d'aucune connaissance concernant l'évolution d'un acridicide, son métabolisme, ses possibilités de bioaccumulation ou de biomagnification et les phénomènes de synergie, résultant de la présence simultanée d'autres substances ou des conditions du

milieu aride. Cependant, l'arsenal chimique utilisé en lutte antiacridienne est très diversifié (OULD EL HADJ *et al.*, 2007a).

Il peut arriver selon (RAMADE, 1991 ; PEVELING, 2000), une dégradation du pesticide dans le sol en métabolites encore plus dangereux, sous l'effet de la chaleur.

2.2.3. La lutte écologique

La lutte écologique consiste à modifier l'environnement au désavantage de l'acridien. Parmi les méthodes utilisées, se trouvent:

- L'inondation temporaire de certains sites de reproduction;
- Le labourage des clairières;
- Le reforestation des clairières;
- Les semis des plantes répulsives;
- La suppression des jachères.

2.2.4 La lutte biologique

A cause des soucis concernant les quantités énormes d'insecticides chimiques utilisés dans la lutte antiacridienne un programme de recherche nommé LUBILOSA (lutte biologique contre les locustes et les sautereaux) a été lancé.

La lutte biologique précisément par l'utilisation de micro-organismes entomopathogènes est une alternative très prometteuse pour assurer une protection phytosanitaire performante de par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leur grande variété, leur dissimilation facile, leur spécificité d'action.

2.2.4.1. Les ennemis naturels (prédateurs, parasitites et parasitoïdes)

Les interactions entre différents ennemis naturels et les insectes leurs servant de proies ou d'hôtes représentent certains des liens les plus étroits des systèmes écologiques (BEGON *et al.*, 1996).

les bandes larvaires sont exposées et poursuivis par de nombreux prédateurs tels que ; les oiseaux, les lézards, les scorpions et un insecte hyménoptère, le sphex (WILPS, 1997).

GREATHEAD *et al.* (1994) mentionnent les scorpions, les punaises, les mouches, les galéodes, les mantes et les guêpes parmi les prédateurs des larves et des imagos. DOUMANDJI *et* DOUMANDJI-MITICHE (1994) énumèrent un certain nombre de prédateurs des acridiens en Algérie dont des scorpions, batraciens, des reptiles, des oiseaux et des mammifères.

Cependant, les oiseaux sont très probablement les prédateurs vertébrés les plus importants des populations des acridiens grégaires. Ils peuvent exploiter cette source de nourriture sur de grandes surfaces. Ils suivent les criquets dans leurs déplacements (GREATHEAD *et al.*, 1994). Au Sénégal, lors de l'invasion acridienne de 1988-1989, BAILLON (1992) recense 33

espèces d'oiseaux consommateurs du Criquet pèlerin, citant en tête, respectivement la Tourterelle maillée (*Streptopelia senegalensis*), l'Emerauldine à bec noir (*Turturabyssinicus*), le chevalier gambette (*Tringa tatanus*), le Tournepierre à collier (*Arenaria interpres*), l'Aigle ravisseur (*Aquila rapax*), et le Petit barbu à front jaune (*Pogoniulus chrysoconus*).

Les oothèques, les larves ainsi que les imagos des acridiens sont des hôtes de certains organismes parasites et parasitoïdes

Les larves et les imagos des acridiens sont l'hôte de certains organismes parasites, en particulier des mouches tels que: Tachinidae, Nemestrinidae, Sarcophagidae; des Nématodes de la famille de Nermithideas (GREATHEA et al. ,1994)

QUENTIN et SEUREAU (1975) note *Seuratum cadarachense* (Desportes, 1947) (Nematoda-Seuratoidea), comme parasite de tube digestif de *Locusta migratoria* (Linnée, 1758).

DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994) affirment qu'en Algérie presque toutes les espèces de caelifères, surtout les ailées sont parasitées par l'espèce *Trombidium parasitica* (acarien). UVAROV mentionne l'existence des parasitoïdes sur les oothèques du Criquet pèlerin, il s'agit des Diptères calliphorides, tels que *Stomorhina lunata* et *Oophagomyia plotnikovi* (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997).

2.2.4.2. Bactéries et champignons

des produits à base de virus entomopathogènes, de champignons, de nématodes et de protozoaires sont de plus en plus utilisés dans la lutte contre les ravageurs. Tous ces biopesticides sont considérés non dangereux et la plupart d'entre eux sont acceptables de point de vue environnemental (MEINZINGEN, 1997). Parmi les plus prometteurs *Beauveria bassiana* et le *Metarhizium anisopliae*.

Le champignon entomopathogène, *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* est en train d'être développé pour son utilisation éventuelle comme mycopesticide contre les locustes et les sautériaux en Afrique (ARTHUR et THOMAS, 2000).

Le programme LUBILOSA a mené des prospections étendues et a filtré quelques isolats d'entomopathogènes. Les champignons qui ont un effet pathogène sur les criquets, sont le *Beauveria bassiana* et le *Metarhizium anisopliae*, les quels d'après DOUMANDJI-MITICHE et al., (2006), ont un effet néfaste sur le rythme respiratoire circulaire et sur l'hémolymphe de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775). (Fig. 8)

Un mycopesticide obtenu à partir de spores *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* Isolat FI-985 appelé Green Guard a montré une efficacité particulière contre le Criquet migrateur oriental *Locusta migratoria manilensis* (Mayen, 1835) (*Orthoptera, Oedipodinae*) en Australie où une préparation d'une dose faible à modérée de 25 à 50g/ha entraîne un taux de mortalité de 76 à 97% dans un délai de huit à onze jours (HUNTER, 2007).

Beauveria bassiana et *Metarhizium flavoviride* ont été testés sur *Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*. Les études ont porté notamment sur leurs effets sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de ces acridiens. L'éclosion des œufs atteint 32 % et 24 % respectivement pour les deux champignons (DOUMANDJI-MITICHE *et al.*, 1997)

Selon MILNER (2000), une formulation à base d'huile tue plus rapidement qu'une formulation à base d'eau et elle est efficace même à une faible humidité.

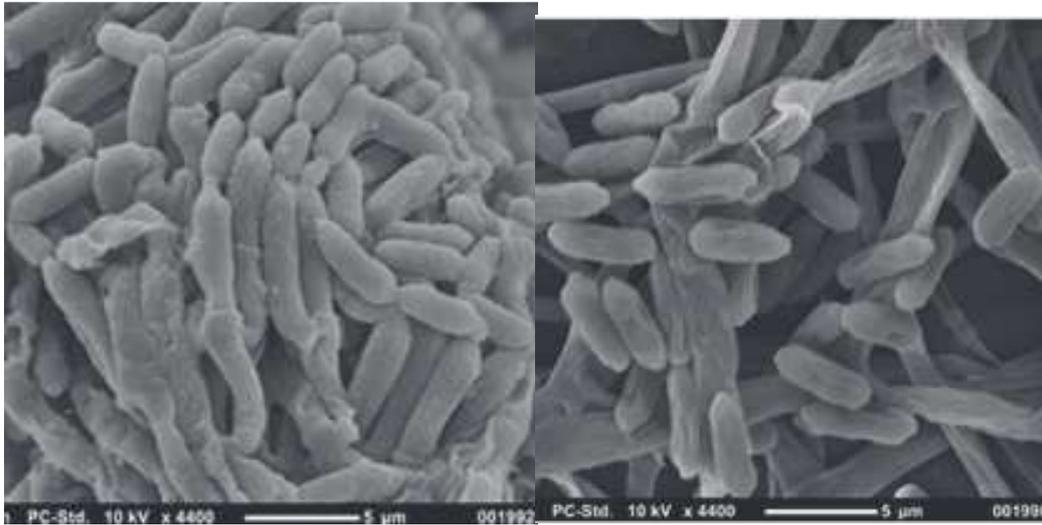


Fig.9: Spores de *Métarhizium anisopliae var acridium*

Des bactéries impliquées dans des maladies épizootiques sont observées chez les populations de criquets sauvages et celle élevées au laboratoire, deux espèces (*Serratia marcescens* et *Pseudomonas aeruginosa*) infectent uniformément des sauterelles une fois ingérées avec la nourriture et peuvent s'étendre dans la population de laboratoire. Cependant, la recherche pour développer ces microorganismes pour la lutte microbienne contre les criquets et les sautériaux a commencé dans les années 50. Les travaux n'ont pas été poursuivis.

Parmi 393 isolats de *Bacillus . thuringiensis* et de 93 autres préparations de bactéries génératrices de spores données à *Locusta migratoria* et à *Schistocerca gregaria*, aucune pathogénicité n'a été détectée chez les insecte. Une nouvelle souche de *B. thuringiensis* est découverte récemment. Elle est active contre divers ravageurs. Elle possède des propriétés d'une bactérie génératrice de spores qui satisfont les conditions d'un agent microbien de lutte (ZELAZNY *et al.*, 1997).

Selon DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANJI (2007), cette bactérie utilisée à la dose de $7,3 \times 10^8$ spores / ml, donne 100% de mortalité sur les 4 premiers stades larvaires au bout de 8 jours. Les TL50 étant obtenues au 3ème jour.

2.2.4.3-Les protozoaires

Les familles les plus utilisées en lutte biologique sont les *Amoebidae* et les *Nosematidae* (GREATHEAD *et al.* 1994). D'après TAYLOR et KING, (1937); *Malamoeba locustae* peut conduire à la mortalité des criquets et des grillons. Il semble celui de tous les protozoaires amiboïdes entomophiles qui présente le plus d'intérêt en lutte microbiologique (MCLAUGHLIN, 1971).

Trois autres espèces ont été isolées à partir des criquets : *Nosema locustae*, *Nosema acridophagus* et *Nosema cuneatum*. (Fig. 9). Selon (HENRY et OMA, 1981) La mise en oeuvre en 1975 aux Etats-Unis de *Nosema locustae* contre deux espèces de criquets, a été particulièrement spectaculaire. A la suite de ce traitement, le taux de fertilité des femelles survivantes du criquet accusait un recul de 80 %.

Une mortalité de plus de 95% a été obtenue avec une infection précoce des larves (GREATHEAD et PRIOR ; 1990). *Nosema locustae* Canning est très prometteur dans la lutte anti-acridienne en raison des possibilités de production et de dissémination par ultra bas volume et de son innocuité vis-à-vis des vertébrés.



Fig. 10 : Spores de *Nosema locustae* (HENRY et OMA, 1981)

2.2.3.3. Hormones et phéromones

Des produits à base d'hormones, connus sous le nom de dérégulateurs de croissance (IGRS) sont capables d'empêcher le processus de la mue de se dérouler normalement, tel que le phénylacétonitrile (PAN) qui gouverne normalement l'instinct de grégarisation des criquets ; sous son effet, ils reprennent leur comportement solitaire ; désorientés, certains d'entre eux perdent l'appétit d'autre deviennent cannibales et les survivants seront des proies faciles pour les prédateurs.

L'intoxication de l'insecte peut être affectée par plusieurs facteurs, notamment par le comportement alimentaire de celui-ci, la largeur de la barrière traitée, la vitesse de déplacement des larves et la densité de la végétation (SYMMONS, 1997).

Chez les femelles de criquet migrateur, le téflubenzuron (TFB) a significativement diminué le taux de protéines ovariennes, de lipides et de glucides ovariens (HALOUANE *et al.*, 2001)

L'attraction et le regroupement des larves et des ailés, mâles et femelles, sont induits respectivement par le bouquet phéromonal larvaire (NPB, *nymphal pheromone blend*) et celui des ailés (APB, *adulte pheromone blend*). Cette différenciation dans le système des phéromones d'agrégation des criquets peut être liée au besoin de séparer les deux stades afin de minimiser la compétition pour les ressources dans les environnements discontinus typiques des zones grégariennes primaires de ce locustes (HASSAN ALI *et al.*, 2005).

Il est possible de les utiliser pour inverser le processus de grégariation ou pour disperser les bandes et les essaims. L'efficacité d'un traitement de ce type n'a cependant pas été démontrée et aucun produit n'est disponible sur le marché. Ces produits sont hautement spécifiques mais ils ne manifestent pas une toxicité aiguë (CRESSMANet DOBSON ; 2001).

Seulement, le principal problème lié à l'utilisation des dérégulateurs, semble être leurs effets sur les insectes non cibles (TINGLE *et al.*, 1997). Ces types de pesticides ne sont pas appropriés pour une protection instantanée des cultures à cause de leur activité lente (STAAL, 1982 ; MEINZINGEN, 1997).

2.2.3.4. Plantes toxiques et répulsives

L'une des formes de la lutte biologique fait appel à l'utilisation des substances acridicides, acridifuges ou antiappétantes contenues dans les plantes pour protéger les cultures (PASQUIER et GERBINOT, 1945).

L'usage des composés secondaires des plantes dans la lutte contre les organismes nuisibles n'est pas nouvelle, beaucoup de travaux ont montré la possibilité d'utiliser les substances insecticides ou antiappétantes contenues dans les végétaux en lutte biologique contre les insectes nuisibles (PASQUIER et GERBINOT, 1945; AWAD *et al.*, 1997; BERBOUCHE *et al.*, 2001; OULD AHMEDOU *et al.*, 2001; ABBASSI *et al.*, 2003a,b; KIENDREBEOGO *et al.*, 2006; SEYE *et al.*, 2006; ASAWALAM *et al.*, 2006; OULD EL HADJ *et al.*, 2006).

Plus de 59 familles et 188 genres de plantes sont utilisés pour la répression des insectes ravageurs (SIMMONS *et al.*, 1992). Ces plantes contiennent des substances bioactives dans leurs différentes parties qui ont des propriétés anti-appétantes, répulsives ou même insecticides. Les principes actifs, auxquels les plantes médicinales doivent, le plus souvent, leurs propriétés, appartiennent à cette catégorie de substances qu'on range habituellement aujourd'hui parmi les substances « secondaires » : alcaloïdes, hétérosides, essences à terpènes

ou à dérivés du phényl-propane (cinnamiques, etc.), lignanes, résines, gommes, etc. La formation de ces principes peut être accrue ou non par les conditions climatiques (PARIS et DILLEMANN ; 1960).

Parmi les plantes capables d'empêcher ou de minimiser les attaques d'insectes nuisibles ou les maladies : l'ail, le souci, la capucine, la lavande, le thym, l'absinthe, la sauge commune, l'oignon, le persil, la menthe, le céleri, le coriandre, la chanvre. (ROMANE et NISTORE., 2007).

PAN(2006), informe qu'une application de l'extrait de neem (1ml /m²) sur les larves de *S. gregaria* de la phase grégaire a permis une tendance à un comportement solitaire et un changement de couleur, permettant de le confirmer;et que lors de l'invasion acridienne de *S. gregaria* de 2004 à 2005, une pulvérisation par voie aérienne d'huile de neem sur 5 hectares de plants de l'oseille de Guinée *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvaceae), empêche des criquets qui survolaient les cultures de s'y poser.

REMBOLD(1997), confirme en disant que les extraits provenant de deux méliacées, *Azédarkhta indica* et *Melia volkensii*, connus depuis longtemps pour leurs effets répulsifs et antiappétants contre les insectes, présentent également des propriétés antiacridiennes intéressantes. Appliqués directement sur des larves et sur des imagos de *S.gregaria*, 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. Le Repelin, le Nimbasol, le Neemark, le Margosan et le Bitters sont des insecticides homologués à base de neem, à usage différent (PHILOGENE, 1991).

Les actions par contact ou ingestion d'extraits alcooliques et aqueux 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 (ABASSI *et al.*, 2003).

Trois autres espèces végétales *Citrillus colocynthis* , *Cestrum parquii* et *Glinus lotoides* se distinguent par un pouvoir répulsif vis à vis des criquets ; leurs extraits provoquent également des mortalités sur les larves du criquet pèlerin (DURANTON *et al.*, OULD AHMEDOU *et al.*, 2001.1982) ; (BARBOUCHE *et al.*, 2001)

ABBASSI *et al.* (2003) déclarent que les trois espèces végétales *Peganum harmala*, *Calotropis procera* et *Zygophyllum gaetulum* ont été épargnées par les ravages acridiens lors des recrudescence des populations du criquet pèlerin au Sud du Maroc en 1995. Ces auteurs ont montrés que les extraits des feuilles de ces plantes étaient toxiques, anti-appétants et réduiraient la fécondité et la fertilité des femelles de *S. gregaria*.

Ces produits sont biodégradables et ne sont pas nocifs pour l'homme et l'environnement. Par ailleurs, les plantes-source sont communes, peu exigeantes sur la qualité des sols, et offrent un intérêt économique évident pour les pays d'Afrique qui peuvent tirer avantage en exploitant cette ressource naturelle.

CHAPITRE II

Chapitre II :Données bibliographiques sur le *Datura innoxia* et les alcaloïdes tropaniques

1. Les métabolites secondaires

Tous les plantes synthétisent par le biais de la photosynthèse des métabolites primaires (acides nucléiques (ARN, ADN), lipides, protéines, acides aminés et carbohydrates) nécessaires pour accomplir les différentes fonctions liées au développement et à la croissance des plantes; d'autres métabolites sont élaborés mais pas directement par la photosynthèse mais par des réactions chimique ultérieures qui sont appelées les métabolites secondaires.

1.1. Les métabolites secondaires

-Les métabolites secondaires sont des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes mais plutôt interviennent dans les relations avec les stress biotiques (phytopathogènes, herbivores...), abiotiques (UV, température, etc.) ou améliorent l'efficacité de reproduction. Ces molécules agissent comme agents allélopathiques (compétition entre les plantes pour la germination et croissance) ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (JUDD et *al*, 2002).

D'une manière générale les stress environnementaux, qu'ils soient biotiques ou abiotiques, provoquent des cascades réactionnelles conduisant à la transcription de certains gènes chez les plantes; lorsqu'ils sont transcrits, ces gènes vont générer la synthèse de protéines spécifiques qui déclencheront à leur tour l'activité transcriptionnelle d'autres familles de gènes codant pour des enzymes directement impliquées dans la synthèse des métabolites secondaires.

Le nombre de structures décrites dépasse 100 000 et le nombre réel dans la nature est certainement beaucoup plus élevé parce que jusqu'à présent, seulement 20-30% des plantes ont été étudiées en phytochimie (GONCALVES et *al*, 2001).

1.2. Intérêt des métabolites secondaires

Ces métabolites secondaires constituent, aujourd'hui, un des leviers d'une possible intensification écologique de l'agriculture, en substituant notamment l'usage d'intrants chimiques par des mécanismes de défense naturelle des plantes.

Les métabolites secondaires sont également d'un grand intérêt en raison de leur utilisation comme colorants, fibres, colles, huiles, cires, agents aromatisants, des médicaments et des parfums, et ils sont considérés comme des sources potentielles de nouveaux médicaments naturels, des antibiotiques, insecticides et les herbicides

Comme ces composés ont des effets toxiques, leur incorporation dans l'alimentation humaine peut être utile pour la prévention contre plusieurs maladies (cancer, maladies circulatoires, les infections viral...), car la différence entre toxicité et effet bénéfique est généralement soit dose ou structure- dépendant (MAKKAR, SIDDHURAJU et BECKER, 2007).

D'un point de vue pharmacologique, les métabolites secondaires constituent la fraction la plus active des composés chimiques présents chez les végétaux et on estime aujourd'hui qu'environ 1/3 des médicaments actuellement sur le marché contiennent au moins une telle substance végétale (NEWMAN et CRAGG, 2012).

Chez les végétaux, ces composés secondaires se caractérisent généralement par de faibles concentrations dans les tissus végétaux.

D'après WINZER et al(2012) rapportent que les techniques de séquençage haut-débit ont permis d'élucider les voies du métabolisme secondaire telle que la synthèse de noscapine (alcaloïdes) en quelques années seulement.

De nos jours, la connaissance approfondie des gènes et des enzymes impliqués dans la synthèse de composés secondaires peut être mise à profit, dans des approches d'ingénierie métabolique, visant à renforcer ou à modifier le fonctionnement de ces voies de synthèse.

Au niveau international, des projets sont aujourd'hui lancés afin de produire les substances naturelles végétales dans des organismes recombinés, y compris des microorganismes cultivés en réacteurs, dans lesquels on arrive à programmer la synthèse de métabolites secondaires d'origine végétale (YE et BHATIA, 2012).

1.3. Classification des métabolites secondaires

Communément rassemblés en trois supers familles chimiques: les composés phénoliques, les isoprénoides et les composés azotés. Dans cette dernière famille, les alcaloïdes sont les plus importants de par leur nombre et leur diversité (BRUNETON, 1987).

1.3.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont une vaste classe de substances organiques cycliques très variées, d'origine secondaire qui dérive du phénol (C₆H₅OH) qui est un monohydroxybenzène. Les composés phénoliques sont fort répandus dans le règne végétal. La couleur et l'arôme, ou l'astringence des plantes dépendent de la concentration et des transformations des phénols. Le groupe le plus vaste et le plus répandu des phénols est celui des flavonoïdes (WALTON et BROWN, 1999).

1.3.2. Les isoprénoïdes

La chaîne carbonée de tous les isoprénoïdes est constituée d'unités d'isoprène à 5 atomes de carbone(C₅H₈). Le précurseur de la biosynthèse est l'isopropentényl diphosphate ou isoprène activé.

1.3.3. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes furent parmi les premiers composés biochimiques être découverts (GONTIER, 1993), ils constituent un des plus grands groupes de métabolites secondaires avec près de 10000 à 12000 différentes structures (STOCKIGT et al., 2002). WINK (2007), les estime à environ 21000. Elles sont détectés chez les plantes, les champignons et même les

animaux, pour cela et à cause de la grande diversité de ce groupe de métabolites, leur classification est basée sur plusieurs critères : l'origine biologique, la voie de biosynthèse, la structure et les propriétés spectroscopiques/spectrométriques (chromophores dans la spectroscopie UV) (HESSE, 2002).

En 1803, DEROSNE a isolé le premier alcaloïde semi-pur du latex sec de l'opium (*Papaver somniferum*), une drogue utilisée depuis des siècles pour des propriétés analgésiques et narcotiques. En 1805, SERTÜRNER a caractérisé cet alcaloïde et la nommée morphine, et puis, entre 1817 et 1820 plusieurs alcaloïdes comme la strychnine, brucine, et quinine ont été isolés sous forme cristalline au laboratoire de PELLETIER et CAVENTOU en France (WALTON et BROWN, 1999)

1.3.3.1 Définition

Selon ZENK et JUENGER(2007), c'est le pharmacien MEISNER qui est le premier à introduire le termes alcaloïdes en début de XIX siècle; en 1910, WEINTERSTIN et TRIER ont donné la définition "un composé organique naturel (le plus souvent d'origine végétale), hétérocyclique avec l'Azote comme hétéroatome, de structure moléculaire complexe plus au moins alcaline (de l'arabe *al kaly* qui signifie "soude" et du grec *eidōs* qui signifie "aspect")

- Selon PELLETIER en 1983, les alcaloïdes sont des composés cycliques contenant un ou plusieurs atomes d'azote (ROBERTS et WINK, 1998), typiquement comme les amines primaires, secondaires, ou tertiaires et cela confère la basicité à l'alcaloïde, en facilitant leur isolement et purification comme sels solubles dans l'eau formés en présence des acides minéraux. Pourtant, le degré de basicité varie beaucoup, selon la structure de la molécule d'alcaloïde et la présence et l'endroit des autres groupes fonctionnels.

1.3.3.2. La source des alcaloïdes

- Avant quelques années, la majeure source des alcaloïdes était les plantes à fleurs, les angiospermes, où 20% des espèces y contiennent (WALTON et BROWN, 1999).

ROBERTS et WINK (1998). Affirment qu'actuellement, plusieurs alcaloïdes proviennent des animaux, insectes, organismes marins, microorganismes et les plantes inférieures :

*Musc pyridine de cerf porte musk,

*Bufotaline du crapaud (amphibien),

Les **Arthropodes** sont aussi une bonne source des alcaloïdes qui jouent un rôle de phéromone tel que la phéromone de trace, methyl-4-methylpyrrole-2-carboxylase, d'*Atta.sp* (espèce de fourmi),

Les **microorganismes** y contiennent aussi :

Les alcaloïdes d'*Aspergillus*,

Pyocyanine de *Pseudomonas aeruginosa*,

Chanoclavine-I de la moisissure de l'ergot (*Claviceps purpurea*).

1.3.3.3. Classification des alcaloïdes

D'après MAURO (2006) il est très difficile de classer les alcaloïdes vu leur grand nombre et leur structure très diversifiée.

Dans les alcaloïdes, l'atome de l'azote provient généralement d'un acide aminé dont la structure carbonée reste souvent intacte dans sa structure finale ; le mieux alors c'est de les classer selon leurs précurseurs biosynthétiques qui l'acide aminé; de ce fait on peut distinguer

- ✓ Les alcaloïdes de l'ornithine;
- ✓ Les alcaloïdes de la lysine;
- ✓ Les alcaloïdes de tyrosine;
- ✓ Les alcaloïdes de la phénylalanine et
- ✓ Les alcaloïdes du tryptophane.

Ces alcaloïdes qui ont les acides aminés comme précurseurs et qui se trouvent sous forme de sels, sont considérés comme des alcaloïdes vrais.

Cependant il existe plusieurs alcaloïdes qui n'ont pas les acides aminés comme précurseurs. Dans ces cas-là l'atome d'azote est incorporé à un stade avancé de la biosynthèse par des réactions d'amination sur des intermédiaires aldéhydes ou cétones (BHAT, 2005).

Beaucoup d'auteurs distinguent en plus des alcaloïdes vrais : Les protoalcaloïdes et les pseudoalcaloïdes.

D'après BRUNETON (1995):

✓ **Les protoalcaloïdes:** sont des amines simples dans lesquelles l'atome d'azote ne fait pas partie de l'anneau hétérocyclique;

✓ **Les pseudoalcaloïdes:** ont le plus souvent les caractéristiques des alcaloïdes vrais mais ils ne sont pas biosynthétisés à partir d'acides aminés. La plupart des exemples connus sont des isoprenoïdes et se réfèrent aux alcaloïdes terpénoïdes.

Parmi les alcaloïdes vrais ceux qui ont comme précurseur un acide aminé nommé l'ornithine dont on distingue trois groupes (alcaloïdes pyrrolidiniques, alcaloïdes pyrrolizidiniques, et les alcaloïdes tropaniques

1.3.3.4. Les alcaloïdes tropaniques

Les **alcaloïdes tropaniques** sont biosynthétisés à partir d'un acide aminé l'ornithine et sont caractérisés par un cycle de tropane dans leur structure chimique, parmi ces alcaloïdes la scopolamine, l'atropine et l'hyosiamine (Fig.11).

L'hyosiamine est reconnue comme le principal alcaloïde du datura (ELISABETTA *et al.*, 2001).

La hyoscyamine est synthétisée au niveau des racines et époxydée en scopolamine dans les feuilles jeunes (OLIVER *et al.*, 1982), ce qui explique la forte teneur de celles-ci en scopolamine, alors que les feuilles adultes sont plus riches en hyoscyamine. La teneur en alcaloïdes totaux est comprise entre 0.2 et 0.5 %, l'hyoscyamine et la scopolamine représentent respectivement 2/3 et 1/3 des alcaloïdes totaux (BRUNETON, 1999).

a)- La scopolamine (C₁₇H₂₁NO₄) (ou hyoscine gauche) est un liquide sirupeux, soluble dans la plupart des solvants organiques; il est aisément soluble dans l'eau et il est employé en médecine comme sédatif. C'est un dépresseur cérébral efficace dans les cas d'agitation et de folie furieuse. On l'utilise aussi pour provoquer l'amnésie ainsi qu'une analgésie partielle chez les parturientes. De tous les produits essayés comme préventifs du mal de mer ou du mal de l'air, c'est celui qui a donné les meilleurs résultats. En ophtalmologie, on emploie une solution ou une pommade à 0,3 % en applications locales (CHOPRA et HANDA, 1960).

b)- L'atropine (isomère racémique de l'hyoscyamine) (C₁₇H₂₁NO₃) est un stimulant du système nerveux central; elle agit en particulier sur la zone motrice dont dépend la coordination des mouvements. A forte dose, elle provoque de l'agitation, de la loquacité et du délire. En outre, elle rend les terminaisons du parasymphatique dans les glandes, les muscles lisses et le cœur insensibles à l'action de l'acétylcholine. Administrée par voie buccale ou parentérale, elle diminue certaines sécrétions. Elle permet d'atténuer fortement les contractions spasmodiques.

c)- L'hyoscyamine (C₁₇H₂₁NO₃) a sur le système nerveux central une action intermédiaire entre celle de l'atropine et celle de la scopolamine. Elle le stimule moins fortement que l'atropine, et c'est un sédatif et un hypnotique moins actif que la scopolamine, mais elle a une action périphérique plus puissante que l'atropine. Elle est utilisée pour diminuer le tremblement, la rigidité et l'excès de salivation dans la maladie de Parkinson.

2. Présentation de l'espèce végétale *Datura innoxia* (datura)

2.1. Généralités

Les daturas sont des plantes appartenant aux Solanacées dites mydriatiques ayant des propriétés thérapeutiques très recherchées en pharmacie (BIANCHINI et CORBETTA, 1975). Selon POLETTI (1988), le mot datura provient du mot "*dhatura*" qui est donné comme nom de la plante en Inde et qui signifie "pomme épineuse" ou "pomme de la mort". D'autres noms vernaculaires sont donnés à cette plante ; en français : Datura ; Métel ; Stramoine pubescente, trompette du diable....; en Anglais et en langues algérienne: helba, bounerdjoug (Kabylie), chadjret el djinna, el djahennama (Alger) et Netina (Aurès)....

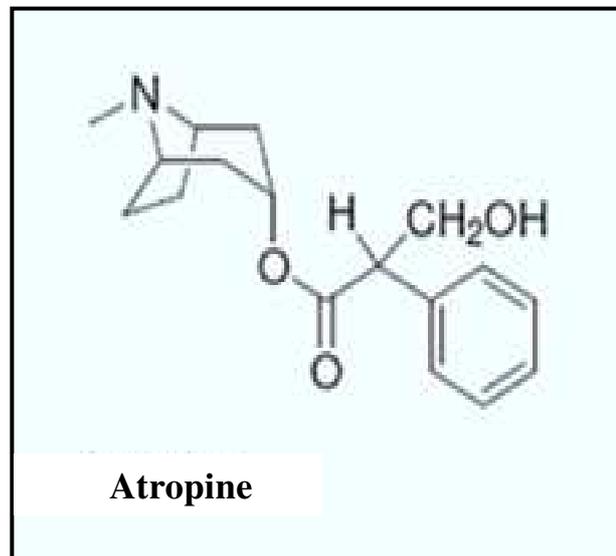
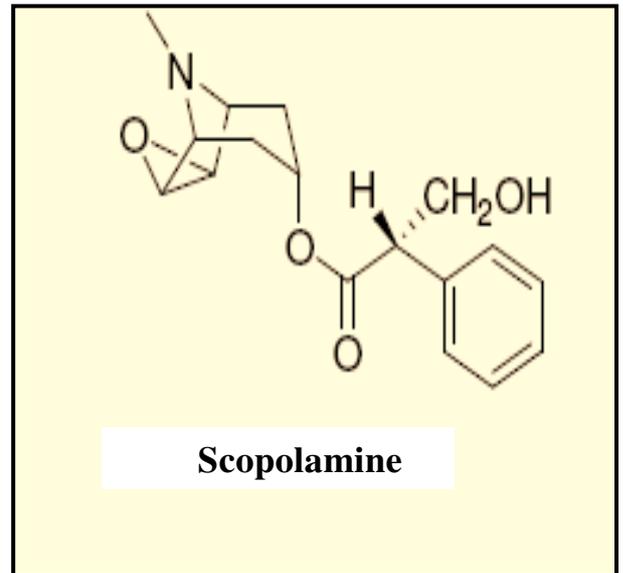
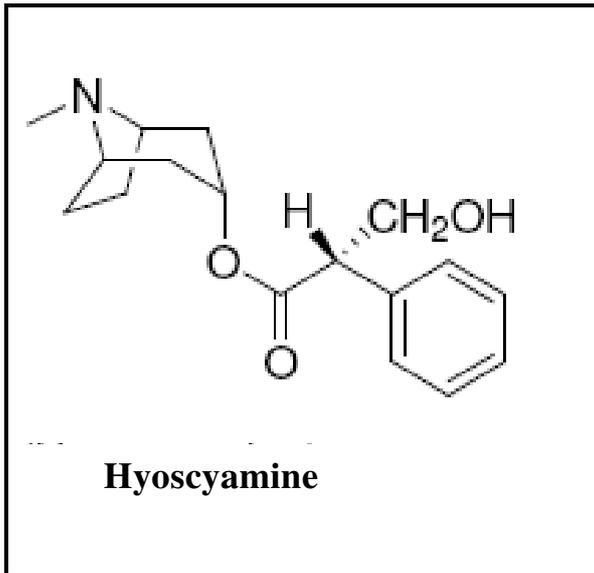


Fig. 11 : Alcaloïdes de *Datura innoxia* (ChAMPY, 2008)

2.2. Taxonomie

L'Espèce : *Datura innoxia*; appelée aussi *Datura meteloides* et connue communément sous le nom de la stramoine faux-métel est une plante qui appartient à la :

Classe : Dicotylédones

S /Classe :Asteridaes

Ordre : Solanales

Famille : Solanacées, cette Famille comprend de 2500 à 2700 espèces réparties en 98 genres, trois quarts de ces espèces appartiennent à l'unique genre *Solanum*, cela justifiant le nom de la famille (PELET, 2012). Cette famille caractérisée par une grande homogénéité de caractères notamment anatomiques et biochimiques (BRUNETON, 2001).

Genre : Datura, ce genre comprend une vingtaine d'espèces (FLESCH, 2005) dont les plus répandues sont le *Datura stramonium* L., *Datura innoxia* et *Datura ferox*. Qui ont d'après ALEXANDRE et al (2008) les concentrations les plus élevée en alcaloïdes de tropane naturel (hyoscyamine et scopolamine).

En Algérie cinq espèces sont signalées à l'état spontanées: le *Datura stramonium* L., *Datura innoxia* Mill., *Datura ferox* L., *Datura quercifolia* H.B.K. et *Datura tatula* L..

2.3. Description morphologique

Les daturas sont des plantes communes des lieux incultes, bords de chemins et de champs. Parfois ornementales, elles préfèrent des sols légèrement basiques et humides et les expositions bien ensoleillées. Le développement végétatif important des daturas en fait une mauvaise herbe très compétitive pour les cultures estivales (maïs, soja, légumes divers...). Ses vertus psychotropes lui ont valu le nom d'Herbe du diable. (MARNOTTE *et al.*, 2006).

D. innoxia Mill. Plante annuelle rustique qui pousse en touffes d'une hauteur de 90 à 120 cm. (UNESCO ; 1960). Sa tige puissante est duvetée et violette, se ramifie de manière dichotomique (Fig. 12).

Ses feuilles, alternes, vertes, un peu duveteuse et légèrement sinuées, sont ovales allongées, à large pétiole pubescent de 2 à 7 cm. Le limbe est arrondi à la base et mesure de (4 à 12) X (2 à 8) cm.

Les fleurs de la stramoine faux-métel sont de couleur blanche ou lilas, sont grandes et érigées (6 à 10 cm de long), solitaires, en forme d'entonnoir plissé. (Fig. 13) Elle fleurit de juillet à octobre. Son fruit est une capsule ovoïde, épineuse (MARNOTTE *etal.* 2007). Elle est de (3 à 5) X (4 à 6) cm qui renferme quatre loges et qui se tord vers le bas. (Fig.14). A maturité les quatre valves s'ouvrent d'une manière irrégulière à leur sommet, dégageant une longue colonne centrale porteuse de nombreuses graines de 3 à 5 mm réniforme, rugueuses et de

couleur marron à brun clair. (Fig. 15). Selon DUCROCQ(1994), l'espèce est autogame et présente un caryotype de $2x=2n=24$ chromosomes

La partie souterraine est moins développée que la partie aérienne, représentée par une racine principale à partir de laquelle partent des racines qui s'enfilent de plus en plus vers l'extrémité (MENDEL, 2004). Les racines sont le siège de la biosynthèse des alcaloïdes (GUIGNARD et *al.*, 1985)



Fig. 12 : La plante du *Datura innoxia* (originale)



Fig.13: La fleur du *Datura innoxia* (originale)



Fig.14: Le fruit du *Datura innoxia*(originale)



Fig.15 : Les graines du *Datura innoxia*(originale)

1.4. Origine et répartition géographique du datura

En raison de sa large distribution on ignore l'origine géographique des daturas .c'est au Mexique et en Amérique centrale que se situe la majorité des espèces. Ceci porte à penser que ce sont peut-être les explorateurs qui les ont dispersées lors de leurs voyages après la découverte du Nouveau monde (DAUBRESSE, 2008). Ils sont répartis dans les régions chaudes tempérées et tropicales. Les daturas sont des cosmopolites en Algérie (QUEZEL et SANTA, 1962)

1.7. Composition chimique

La teneur en alcaloïdes totaux est comprise entre 0.2 et 0.5 %, l'hyoscyamine et la scopolamine représentent respectivement 2/3 et 1/3 des alcaloïdes totaux (BRUNTON, 1999).

Les concentrations en alcaloïdes varient selon l'organe et le stade de développement de la plante ainsi que la nature du sol :

***Feuille** : 0.25 - 0.342 % d'alcaloïdes totaux par rapport à la matière sèche dont 66% d'Atropine/Hyoscyamine et 33% de scopolamine (SARFARAZ et al., 2005).

***Graine** : 0.3 à 0.6 %

***Calice de la fleur** : 0.3%

***Racine** : 0.3% Corolle de la fleur : 0,02% (HENRI et al., 2003).

L'hyoscyamine est reconnue comme le principal alcaloïde du datura (ELISABETTA et al., 2001). La hyoscyamine est synthétisée au niveau des racines et époxydée en scopolamine dans les feuilles jeunes (OLIVIER et al., 1982) ce qui explique la forte teneur de celles-ci en scopolamine, alors que les feuilles adultes sont plus riches en hyoscyamine.

Cette substance est présente dans toutes les parties de la plante, qui renferme 10 à 20 % d'hyoscyamine. D'après CHAMPY, (2008), les doses toxiques sont pour :

Les fleurs : 1 à 6 fleurs (1 fleur : ~ 0,5 mg d'atropine, 1 – 3 mg de scopolamine) ;

Les graines : ~ 0,3 % A.T., 1 g = 100 graines. Symptômes observés à 30 – 50 graines ;

Les feuilles : 0,25 % A.T. Atropine majoritaire.

1.8. Importance du genre *Datura*

Les daturas sont particulièrement riches en alcaloïdes tropaniques essentiellement en hyoscyamine et scopolamines dont d'après GOULLE et al (2004), la teneur oscille entre 0,2 à 0,6%.

Toute la plante est toxique. Feuilles, fleurs, graines sont employées à des fins toxicomanogènes (ingestion directe, infusions et fumées). (CHAMPY, 2008)

Les daturas trouvent plusieurs applications dans de multiples domaines.

Dans le domaine pharmaceutique les alcaloïdes ou les extraits qui en renferment sont utilisées comme médicaments, relaxants musculaires, analgésiques, tranquillisants et psychotropes (HOPKINS, 2003). Elles offrent d'intéressantes possibilités du fait qu'on peut en extraire de la scopolamine, alcaloïde utilisé comme pré-anesthésique en chirurgie et en obstétrique. Le rendement est compris entre 1 100 et 1 700 kg de feuilles et 800 kg de graines à l'hectare (CHOPRA et HAND, 1960). Les feuilles et les fleurs sont utilisées pour soulager les douleurs rhumatismales, les infections mycosiques (JOUZIER, 2005)

En Chine, du Xe au XVIIe siècle, le datura était utilisé dans un mélange de vin et du cannabis préconisé comme anesthésique ou broncho-dilatateur. Ses propriétés ont longtemps été utilisées dans la pharmacopée notamment sous forme de cigarettes anti-spasmodiques (DAUBRESSE, 2008).

Dans le domaine de l'agriculture, car l'allélopathie des daturas pourrait être utilisée pour le désherbage (ROBERT et WINKS, 1998) et en lutte biologique elles figurent parmi les plantes qui peuvent diminuer les populations de nématodes à galle de la tomate, et même lutter contre les doryphores de la pomme de terre (ADABIO., 2004). D'autres essais ont montrés l'effet bioinsecticides des extraits du datura sur d'autres ravageurs de cultures tel que la noctuelle de la tomate ou la chenille du cotonier (*Helicoverpa armigera*) (RAMYA et al., 2008), les ravageurs des denrées stockées *Tribolium castaneum* (SINGHVI et al., 2001), *Tribolium confusum* (SINGHVI et al., 2002), le trogoderme des graines (*Trogoderma granarium*) (DWIVEDI et SHEKHAWAT, 2004). Des doses élevées des extraits chlorophormiques des feuille du *Datura alba* ont un effet toxique sur notamment les aphides et les fourmis noires (KUGANATHAN et al., 2008); une activité antifongiques est démontrée par plusieurs études sur *Alternaria alternata* (ANAND et BHASKARAN, 2009), sur certaines espèces *Aspergillus* isolées du sorgho, mais (SATISH et al) et sur le *Fusarium mangiferae* (USHA et al., 2009)

En Afrique, en Inde, aux Philippines et en Amérique du Sud des extraits de *Datura metel* sont utilisées comme amendements organiques nématicides (CAYROL et al., 19992).

RELARD (2002), annonce que les daturas aussi peuvent intervenir dans l'écologie autant que un bio-remédiant des sols et des eaux pollués par les métaux lourds car ses parois cellulaires fixe ces derniers. De plus ces plantes ont de très belles fleurs, elles présentent un grand intérêt ornemental.

CHAPITRE III

Chapitre III: Matériel et méthodes utilisées

1. Les insectes

Les individus de *Locusta migratoria* qui ont fait l'objet de cette expérimentation proviennent d'un élevage réalisé dans le département de zoologie à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d' El-Harrach (Alger).

L'élevage est issu d'individus capturés dans une culture de blé menée sous pivots dans la région d' Adrar en été 2014 (Fig.16).



Fig. N°16: individus de *Locusta migratoria* capturés en été 2014 à Adrar

1.1. Elevage de masse des imagos et adultes

La cage en bois destinée à l'élevage de masse des imagos et des adultes est parallélepédiques de 60cmx40cmx30cm munie de supports, et équipée de quatre pondoires remplis de sable stérilisé et humidifié ; l'une de ses faces est dotée d'un tissu moustiquaire permettant l'accès à l'intérieur de la cage, son aération et le perchement des larves lors de leurs mues ; l'ouverture et la fermeture de la cage sont assurées par une fermeture éclair. Son ouverture permet d'accomplir les différentes tâches à effectuer à l'intérieure des cages (nettoyage, changement de la nourriture, vérification des pondoires ...) ; les deux autres faces sont couvertes par deux vitres ; les autres faces sont en bois.(Fig.17).

La conduite de l'élevage s'est fait en condition de température de $28^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, la

lumière est, une photo périodicité de 12h/12h assurée par des ampoules de 75W et contrôlée par des minuteries ; pour maintenir l'humidité de l'aire au voisinage de 50%, des bassines en plastique (40cmX40cm) contenant de l'eau sont mises en place.

Les individus sont alimentés avec du gazon cueillis dans les jardins de l'ENSA et par du son de blé comme complément protéique; car d'après ALLAL-BENFEKIH (2006), Les mélanges de graminées favorisent la croissance et la survie des populations de *L. m. cinerascens* en conditions d'élevage. La nourriture est échangée chaque 24h.

Au quotidien, la mise d'une alimentation fraîche à la disposition des criquets, l'élimination des restes de nourriture, des excréments, les cadavres de criquets, le nettoyage des cages et du matériel utilisé, la vérification et l'humidification des pondoirs sont des tâches sont accomplies.

Après la ponte des femelles, les oothèques récupérées sont misent dans des éclosoirs étiquetés contenant du sable stérilisé et humidifié afin d'éviter le dessèchement des œufs.

Le sable des pondoirs est renouvelé chaque semaine après avoir été stérilisé et humidifié à un juste niveau pour ne pas causer le pourrissement des œufs.

1.2. Elevage des larves

Les larves de 4^{ème} et 5^{ème} stades de *Locusta migratoria* sont élevées dans des cages de démentions 30cmx30cmx60cm ; et dans les mêmes conditions de température d'humidité de photopériodicité et d'alimentation que celles des adultes (Fig. 18).



Fig. 17: la cage d'élevage des adultes



Fig. 18 : la cage d'élevage des stades avancés

2. 3. Caractérisation morphométrique de l'élevage de *Locusta migratoria*.....50

Pour appréhender l'état phasaire des individus de *Locusta migratoria* utilisés dans les essais trois mensurations ont été effectuées sur 40 individus à l'aide d'un pied à coulisse et des feuilles millimétriques (Fig.19):

- la longueur de l'élytre(E);
- la longueur de fémur postérieur(F) et
- la largeur de la capsule céphalique(C).

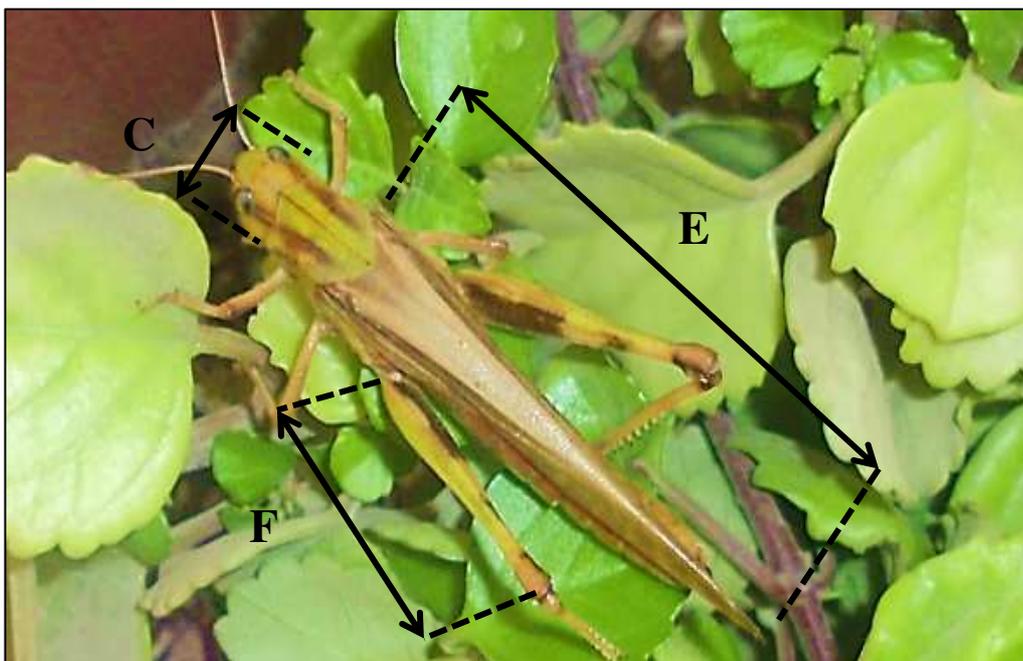


Figure .19: Emplacement des prises de mesures morphométriques.

À partir d ces mensurations le rapporte E/F et F/C sont calculés et comparé aux indices morphométriques donnés par UVAROV(1966) (Tab.4.).

Tableau .4: Rapports morphométriques phasaires de la S/espèce de *Locusta migratoria cinerascens* (in Uvarov, 1966).

S/Espèce		E/F		F/C	
		Solitaire	Grégaire	Solitaire	Grégaire
<i>L. m. cinerascens</i>	♂	1,76	1,92	3,63	3,21
	♀	1,75	1,94	3,83	3,20

Le calcul des indices morphométriques E/F et F/C de 40 adultes du Criquet migrateur appartenant à la première génération issue de couples solitaires capturés au niveau des cultures céréalières irriguées sous pivots dans la région d'Adrar, révèle qu'elle est de type *transiens congrégans*.(Tab.5)

Tableau.5: Rapports morphométriques phasaires de *Locusta migratoria cinerascens* .

	Femelles					Males				
	E	F	C	E/F	F/C	E	F	C	E/F	F/C
1	4,8	2,4	0,7	2,00	3,43	4,2	2,0	0,6	2,10	3,33
2	4,9	2,5	0,7	1,96	3,57	4,0	2,1	0,6	1,90	3,50
3	4,7	2,5	0,7	1,88	3,57	4,2	2,3	0,6	1,83	3,83
4	4,8	2,4	0,7	2,00	3,43	4,1	2,2	0,6	1,86	3,67
5	4,7	2,3	0,7	2,04	3,29	4,5	2,3	0,7	1,96	3,29
6	4,9	2,7	0,8	1,81	3,38	4,1	2,1	0,6	1,95	3,50
7	4,9	2,6	0,8	1,88	3,25	3,9	2,2	0,7	1,77	3,14
8	4,7	2,7	0,8	1,74	3,38	4,0	2,3	0,7	1,74	3,29
9	5,1	2,7	0,8	1,89	3,38	4,0	2,2	0,6	1,82	3,67
10	4,9	2,6	0,8	1,88	3,25	4,3	2,2	0,6	1,95	3,67
11	4,6	2,6	0,8	1,77	3,25	4,3	2,2	0,6	1,95	3,67
12	4,8	2,4	0,8	2,00	3,00	4,1	2,1	0,6	1,95	3,50
13	4,7	2,4	0,8	1,96	3,00	4,3	2,2	0,6	1,95	3,67
14	4,8	2,5	0,8	1,92	3,13	4,0	2,1	0,6	1,90	3,50
15	4,9	2,6	0,8	1,88	3,25	4,3	2,2	0,7	1,95	3,14
16	4,7	2,6	0,8	1,81	3,25	4,2	2,2	0,6	1,91	3,67
17	4,8	2,4	0,8	2,00	3,00	4,2	2,4	0,7	1,75	3,43
18	5,2	2,4	0,8	2,17	3,00	4,0	2,1	0,6	1,90	3,50
19	4,8	2,4	0,8	2,00	3,00	4,1	2,2	0,6	1,86	3,67
20	4,7	2,4	0,8	1,96	3,00	4,0	2,1	0,6	1,90	3,50

2. Matériel végétal

2. 2. *Datura (Datura innoxia)*

Les feuilles du *datura* sont cueillies en période de fructification dans la région de bouzeguène dans la willaya de Tizi-ouzou au mois de juillet et août 2009.

2. 3. Préparation des solutions

2.3.1. Obtention de la poudre foliaire

Les feuilles de la plante sont lavées à l'eau distillée puis séchées dans une étuve portée à 40°C pendant 48h à 92h. Elles sont ensuite broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à leur réduction en poudre.

2.3.2. Préparation des extraits.

Pour étudier l'activité insecticide des feuilles du *Datura innoxia* sur *Locusta migratoria* une extraction chloroformique est réalisée (Fig.20).

2.3.2.1. Préparation des extraits chloroformique

L'extraction des alcaloïdes était réalisée selon la méthode décrite par (HUBER, 1998 ; VERCAUTEREN,2007) .qui consiste à:

- a)- L'introduction 30g de matière végétale pulvérisées dans un Erlen meyer de 250 ml,et verser 125 ml de l'acide Sulfurique (H₂SO₄) à 10%. Agiter et laisser macérer 24 h à température ambiante puis filtrer; le filtratobtenu est nommé extrait A.
- b)- Alcalinisation de l'extrait A à PH=9 par l'hydroxyde de Sodium(NaOH à 30% (l'alclinisation permetant de déplacer les alcaloïdes bases).
- c)- le contenu dans une ampoule à décanter puis procéder à une extraction liquide-liquide par deux fois 40 ml de chlorophorme(solvant organique).
- d)- Les phases organiques réunies sont séchées sur sulfates de sodium anhydre puis filtrer.
- e)- Evaporer le solvant de la solution restante sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif(BUCHI ROTAVAPOR R-124).
- f)- Récupérer l'extrait sec par 5 ml de méthanol (extrait chloroformique brut).

3.Choix des doses

Nous avons retenu pour chaque extrait trois doses réparties en progression géométrique de raison de deux. A partir de chaque extrait brute on prépare une concentration de D1 qui correspond 5%(1gr d'extrait pour 20ml d'eau distillé) et de la même manière on préparer les deux autres concentrations D2 (10%) et D3 (20%)(Fig.21).

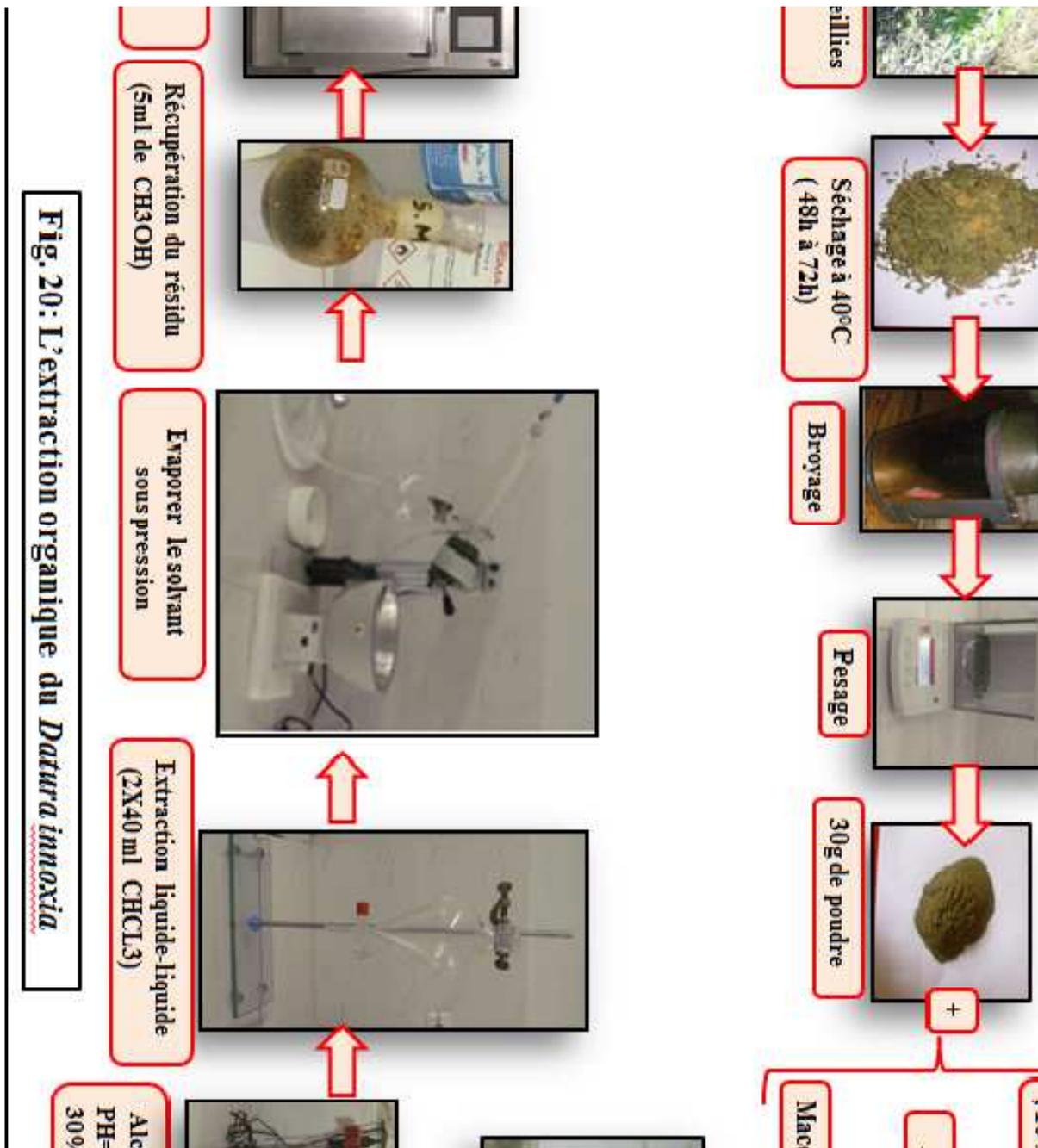
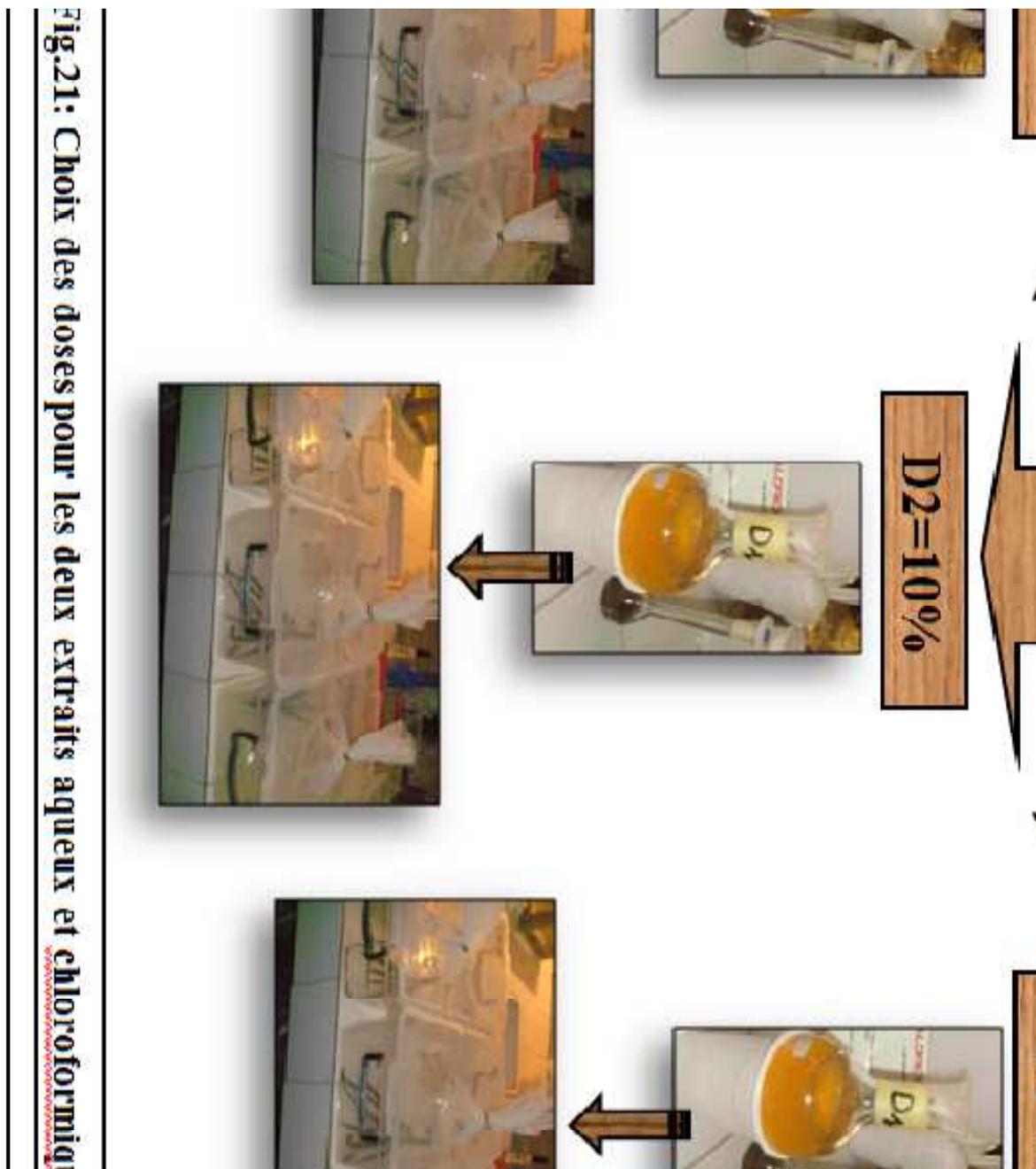


Fig. 20: L'extraction organique de *Datura innoxia*



4. Mode opératoire

A l'émergence, 30 individus de chaque stade L4, L5 et Imagos sont répartis en trois groupes de 10 individus et sont soumis à un jeûne de 24h afin de les affamer. Chaque groupe est pesé séparément, et mis à part dans un lot portant le nom de l'espèce, le stade considéré, la date d'émergence, le nom de la plante, le type d'extrait, la dose testée et le numéro de la répétition ; dans chaque lot on a mis 10 gr de gazon préalablement lavé, on a ajouté 10g du son de blé. Un volume de 6 ml de solution est pulvérisé dans les cages de sorte que cette quantité de la solution mouille la nourriture et les individus ; les témoins

sont pulvérisés par de l'eau distillée. Après 24 heures l'exposition des individus à l'extrait, la nourriture traitée est retirée des cages et fut remplacé par une nourriture préalablement rincée et pesée.

5. Les paramètres mesurés

Plusieurs paramètres sont pris en considération sur les individus traités et non traités, il s'agit :

- Du comportement et de la morphologie
- De dénombrement des morts ;
- De la durée du stade larvaire L4 et L5 ;
- Du gain du poids ;
- Imago : gain de poids, activité alimentaire et la reproduction avec évaluation du sex-ratio

5.1. Effet de l'extrait sur la mortalité

Après le traitement, les individus morts sont retirés des cages et dénombrés, ce paramètre est calculé par le taux de mortalité corrigée, exprimé en pourcentage par la formule d'ABBOT(1925)

$$M_c(\%) = \frac{M_2 - M_1}{100 - M_1} \times 100$$

M1: Pourcentage de mortalité chez les témoins.

M1: Pourcentage de mortalité chez les traités.

MC%: Pourcentage de mortalité corrigée.

5.2. Effet de l'extrait sur l'évolution pondérale

Durant l'expérimentation, au quotidien le poids pondéral des insectes est suivi l'émergence jusqu'à la mue totale des individus témoins et traités ; pour les imagos on a fixé la période sur un mois ; les pesées sont faites à l'aide d'une balance de précision (0.000000 g). Le poids moyen quotidien est calculé pour les individus traités ainsi que pour les témoins avec la formule suivante :

$$\text{Poids moyen (g)} = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + P10}{10}$$

5.3. Effet de l'extrait sur le gain de poids

C'est la différence entre le poids moyen final des individus et leur poids moyen initial.

$$\text{Gain de poids} = \text{poids final} - \text{poids initial}$$

5.4. Effet de l'extrait sur la durée des stades larvaires

Le calcul de la durée du stade5 = date de la mue imaginale – date de l'émergence de L5.

5.5. Effet de l'extrait sur l'activité alimentaire

Après chaque 24 h, le restant du végétal et du son de blé et les excréments sont retirés séparément des cages, emballés dans du papier journal portant le nom de l'espèce acridienne traitée, le nombre d'individus qui ont partagé la nourriture, le type de l'extrait végétal et la dose utilisée, le numéro de la répétition et la date de leur récupération ; ils sont ensuite mis dans l'étuve à 60°C pendant 48h afin d'avoir leur poids sec.

Préalablement 20 g du végétal donné comme nourriture sont séchés dans les mêmes conditions en trois répétitions pour en déduire le poids sec du végétal donné aux insectes. Les pesées ont été effectuées à l'aide d'une balance de précision (0,000000g). Le poids sec moyen de 20 g du gazon donné à *L. migratoria* est de 4.53 g.

5.5.1. Effet de l'extrait sur la consommation journalière

Les pesées sont faites sur la matière sèche du gazon restant, sur le reste du son de blé et sur les fèces séchées. Ces relevés nous ont permis de calculer la différence entre la quantité de la matière sèche de l'aliment distribué quotidiennement et celle des restes alimentaires récupérés après 24h ($P_{ing\acute{e}ra}$ =quantité de la plante ingérée+quantité du son de blé ingérée) et le poids sec des fèces des individus (P_{egesta}) de chaque lot.

5.5.2. Effet de l'extrait sur les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture

Dans le but d'étudier l'impact de cet extrait sur la consommation, l'assimilation et la digestibilité de la nourriture et sa transformation en matière corporelle chez les individus de *L. migratoria*, le gain de poids, les coefficients et les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture sont calculés par les formules suivantes :

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

cet indice est déterminé par le rapport entre le poids de la nourriture ingérée et le poids moyen de l'animal relevé chaque 24 Heures (WALDBAUER, 1964 cité par TIRA, 1975 cité par ACHEUK, 2000).

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

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

L'indice de croissance relative est calculé par le rapport du gain du poids sur le poids moyen de l'animal (HAMADOUN et STREBLER, 1989 cités par ACHEUK, 2000)

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

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

Il est le rapport entre l'accroissement du poids de l'animal par rapport au poids de la nourriture ingérée multiplié par 100 au cours de 24 heures (TIRA, 1975 cité par ACHEUK, 2000).

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

***Le coefficient d'utilisation digestive (C.U.D%) et le coefficient d'efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D%)**

Grâce aux fragments de la nourriture restants, aux fèces retirés et pesés quotidiennement ainsi que le gain de poids on a déterminé le coefficient d'utilisation digestive (C.U.D) et le coefficient d'efficacité de conversion digestive (E.C.D) selon les équations suivantes de (WALDBRAUER, 1968 cité par OULD AHMEDOU et al, 2001).

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

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

5.6. Effet de l'extrait sur la reproduction de *L. migratoria*

L'étude de l'effet des deux extraits foliaires sur la reproduction des adultes, a visé les paramètres, comme de délai du premier accouplement, de délai de la première ponte, le taux d'éclosion et le nombre d'œufs par oothèque et le sex-ratio.

5.6.1. Délai de premier accouplement

Afin de les distinguer, les cinq femelles de chaque lot sont marquées par du vernis de quatre couleurs différentes la cinquième femelle n'est pas marquée. Avec les observations et les pesées quotidiennes on reconnaît celles qui ont effectuées leur premier accouplement de celles non accouplées car celles qui sont accouplées ont un volume et un poids largement supérieurs par rapport aux autres.

Le mâle constitue un stimulus fondamental pour la maturité sexuelle et la fécondité chez les femelles de *Schistocerca gregaria* (Norris, 1954).

C'est l'intervalle du temps entre la mue imaginale et les premiers accouplements observés passant par l'apparition de la couleur jaunâtre chez les mâles.

5.6.2. Délai moyen de la première ponte

Chaque jour les pondoirs sont vérifiés, les oothèques trouvées sont incubées chacune dans un éclosoire plein de sable stérilisé et humidifié portant le nom de l'espèce acridienne et la date de ponte. Pour ce paramètre on prend en considération les 5 premières oothèques ce délai correspond à la durée que mettent les 5 femelles pour déposer leur première ponte.

5.6.3. Evaluation de nombre d'œufs par oothèque et du taux d'éclosion

Afin d'éviter toute manipulation des oothèques durant l'incubation, pouvant induire leur destruction, le nombre d'œufs/ oothèque et le taux d'éclosion de 15 oothèques par lots (une moyenne de trois oothèques / femelle) sont appréciés juste après l'éclosion par un comptage des larves néonates et des exuvies issues des mues intermédiaires. Par la suite l'oothèque est découverte suivie d'un comptage des œufs non éclos.

5.6.4. Evaluation du sex-ratio

Le terme de sex-ratio désigne le rapport numérique qui s'établit entre les individus mâles et les individus femelles d'une population. En règle générale, ce rapport s'établit autour de 50 % de mâles et 50 % de femelles.

Il est important de connaître, non seulement la biologie du ravageur, mais également, d'avoir des connaissances sur la dynamique des populations de l'espèce considéré. Le sex-ratio est un élément important dans l'établissement des tables de vie (BADEGANA, 2003). C'est donc une donnée importante dans l'étude des paramètres (taux intrinsèque d'accroissement naturel, taux limité d'accroissement etc.) de la dynamique des populations d'un ravageur. Dans cette étude, le sex-ratio est obtenu en dénombrant les femelles et les mâles issus des première pontes des femelles de *Locusta migratoria*.

5.7. Evaluation de l'impact des extraits sur le développement ovarien

Pour montrer l'impact des doses de sur l'anatomie générale des femelle de *Locusta migratoria* et la structure des ovaires en particulier, des dissections sur les femelles ont été pratiquées.

6. Dissection des individus adultes

L'observation des organes en place nécessite l'ouverture du criquet pour cela on a sacrifié trois femelles après 25 jours de leur émergence on les renfermant dans un tube qui contient du papier mouchoir imbibé de chloroforme.

Avant de commencer la dissection en coupe les ailes et les élytres à leurs bases ainsi que les membres de l'insecte.

L'ouverture de l'insecte est faite sur le plan médio- dorsale. Le tégument est incisé avec des ciseaux fin au niveau de l'épiprocte en remontant j'jusqu'à la tête l'animal ainsi fixé en écartant les volets du tégument avec des épingles la suite de la dissection est réalisée dans l'eau ; dans la cavité générale du corps l'ébocelle on a observé le tube digestif, les gonades male et femelles et les structure du système respiratoire et le corps gras à l'aide d' loupe binoculaire à grossissement(GX2) et (GX4).

7. Caractérisation moléculaire de l'extrait du datura

Pour déterminer la formule développée d'une molécule, on peut utiliser diverses méthodes :

a)- Des méthodes chimiques : on utilise des réactions tests qui permettent de mettre en évidence la présence de groupements caractéristiques. Cette méthode ne permet toutefois pas de déterminer la place des groupements dans la chaîne carbonée.

Pour mettre en évidence les alcaloïdes, les réactifs au Mercuré-Iodure de MAYER et le réactif de l'Iodure-Ioduré de WAGNER ont été préparé et utilisés.

***Préparation du réactif de MAYER:** dans 100ml d'eau distillée, on mit 1,36g de chlorure de mercure($HgCl_2$) au quelle on ajoute 5g d'Iodure de potassium(IK).

***Préparation du réactif de WAGNER:** dans 100ml d'eau distillée, on mit 2g d'iodure de potassium (IK) au quelle on ajoute 1,27 d'iode(I_2).

Le résidu sec de l'extrait du datura dilué dans quelques millilitres de HCL (50%) est traversé dans trois tubes à essai l'un est utilisé comme témoin ; le deuxième on lui ajoute quelques gouttes de réactif de MAYER et dans le troisième on mit quelque gouttes du réactif de WAGNER.

Dans le tube à essais témoins aucun changement de couleur n'a été constaté, dans le deuxième un précipité de couleur jaune blanchâtre est apparu. Cependant, le mélange contenu dans le troisième tube à essai reflète une coloration rouge orangé. Ces réactions considérées positives traduisent la présence des alcaloïdes dans l'extrait du datura.

b)-Des méthodes physiques: le plus souvent spectroscopiques qui ont l'avantage d'être rapide, de nécessiter que quelques mg de produits. Mais elles nécessitent un appareillage coûteux.

Les alcaloïdes possèdent, comme toute molécule organique, des spectres d'absorption dans l'infrarouge (I.R.), (E. POISSON, 2015),

La spectrométrie infrarouge recouvre plusieurs méthodes d'identification et de dosage non destructives basées sur l'absorption (ou la réflexion) par l'échantillon du rayonnement électromagnétique de longueur d'onde comprise entre 1 et 1000 μm . La partie la plus riche en information et la plus accessible expérimentalement est celle du moyen infrarouge (2,5 à 25 μm soit 4000-400 cm^{-1}). Les absorptions dans ce domaine constituent une signature des composés examinés et permettent de déduire des particularités de structure.

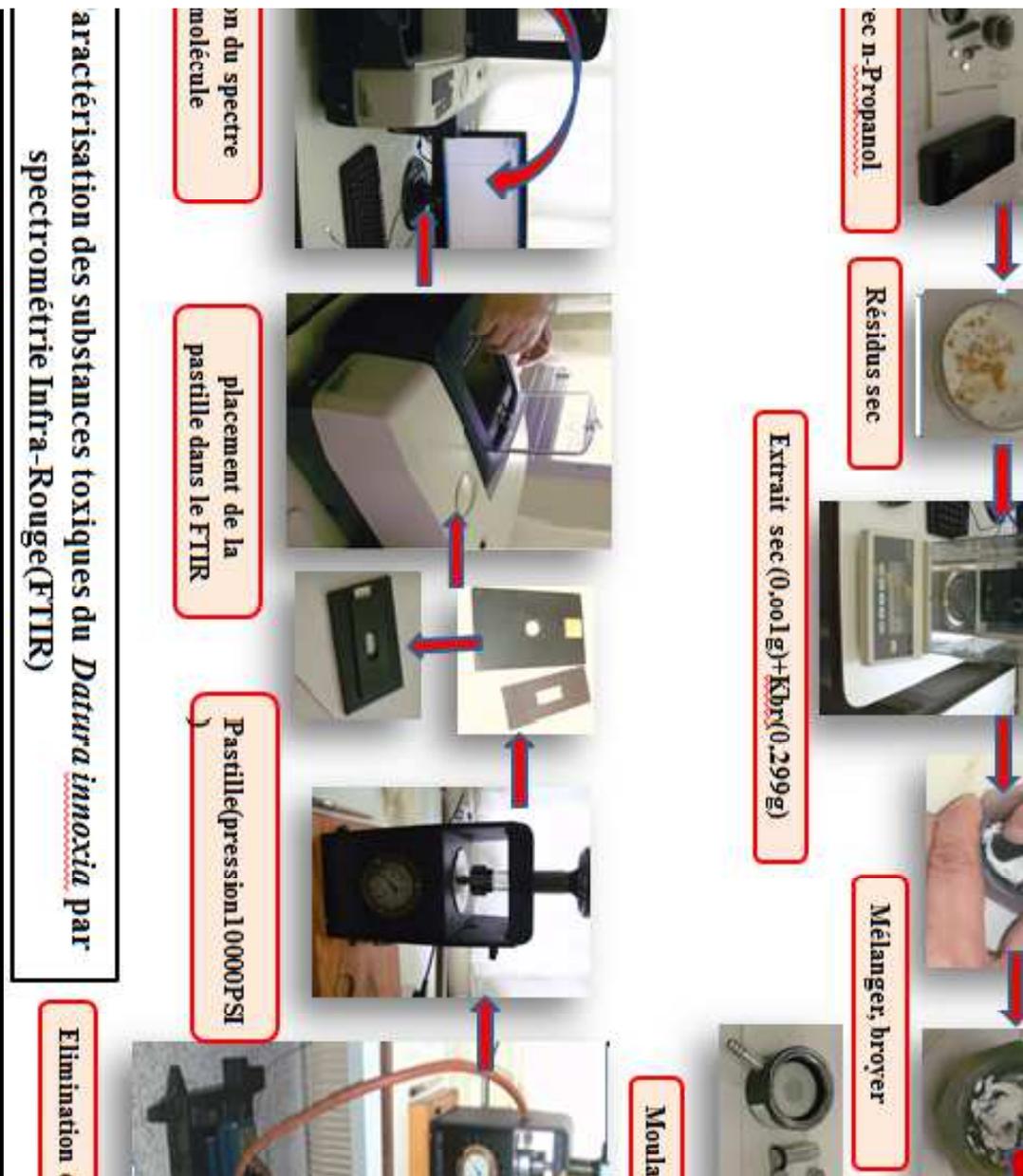
Il existe deux grands types d'appareils. Leurs différences résident essentiellement dans le système de sélecteurs de longueurs d'onde. Spectromètres dispersifs et Spectromètres à transformée de Fourier (FT-IR) (non dispersifs), pour notre caractérisation on a utilisé le second appareillage.(Fig.22).

7.1. Préparation de l'échantillon

Le procédé consiste à mouler finement le résidu sec de l'extrait du *Datura innoxia* à l'aide d'un mortier et un pilon une quantité de l'échantillon avec un sel purifié spécialement le bromure de potassium (KBr) afin de supprimer les effets de diffusion des gros cristaux et avoir un mélange homogène. L'échantillon poudreux est ensuite placé dans le moule de l'appareil et à son tour placé dans une pastilleuse attachée à une pompe à vide pour éliminer tout l'air qui contient le moule pendant trois minutes, l'échantillon est comprimé en pastille par une presse hydraulique de pré de 10000PSI. Avant d'analyser l'échantillon par un appareil FTIR on procède par à l'analyse de "Back ground" représentant l'ambiance qui régné autour et à l'intérieur de spectromètre Infra-rouge pour le soustraire lors de l'analyse. Une fois que le "Back ground" est analysé on libère la pastille échantillon de la presse hydraulique et on la met dans le spectromètre FT-IR, les résultats obtenus sont consignés dans la figure (Fig .23).

8. Exploitation des résultats

Les résultats numériques obtenus à partir de notre étude, ont fait l'objet d'une exploitation statistique par le biais du logiciel XL-STAT-ANOVA version 6.0, par l'utilisation de l'analyse de la variance à plusieurs critères de classification, afin de comparer les moyennes et de montrer la significativité statistique des différences entre le facteur pris en considération et les éventuelles interactions pouvant exister entre les différents facteurs. Cette analyse est complétée par le test de NEWMAN- KEULS avec un intervalle de confiance de 95%, pour connaître le niveau de significativité des facteurs et les classer selon leurs moyennes, dans des groupes homogènes en cas de présence de différence significative.



CHAPITRE IV

Chapitre IV: Résultats et analyse

3. Efficacité de l'extrait du *Datura innoxia*

Au premier contact des gouttes de l'extrait chloroformique du *Datura innoxia* aux différentes doses D1(5%), D2(10%) et D3(20%) avec les individus de *Locusta migratoria* ces derniers font des sauts anarchiques et deviennent agités et fuient les gouttelettes pulvérisées et la nourriture trempée et ne commence à se calmer suite probablement à la fatigue qu'après quelques minutes.

Après 4 heures les individus semblent désorientés et effectuent des mouvements désordonnés. Quelques individus tentent de s'alimenter mais ils ne tardent pas à répugner la nourriture malgré leur faim. vingt-quatre heures après le traitement l'état des individus s'est amélioré et la reprise des activités habituelles sont reprises. Chez certains individus on a remarqué une rechute de leurs états qui se traduit par une lenteur dans les mouvements et dans leurs réflexes, qui s'accroît peu à peu

temps après(Fig.23).



Fig.23: Mortalité des larves traitées à l'extrait du *Datura innoxia*

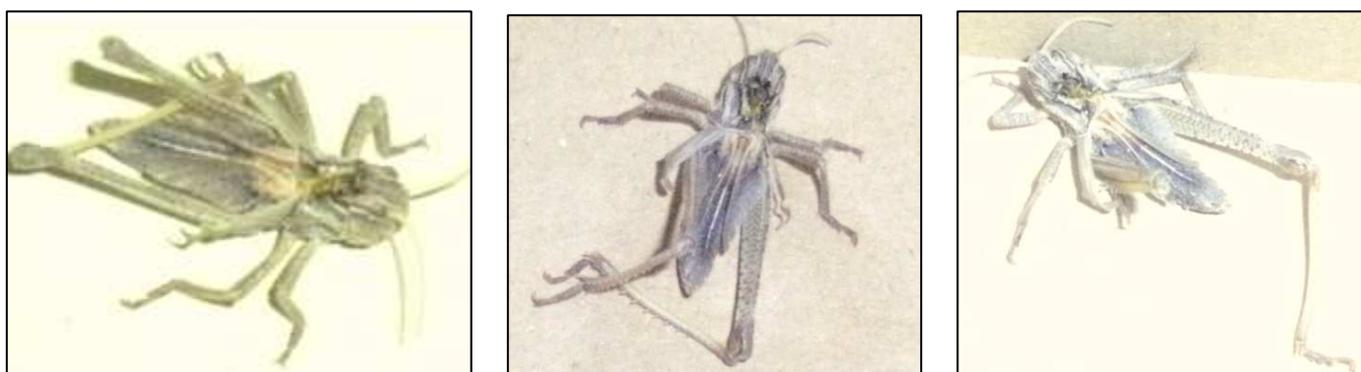


Fig. 24: malformations des larves L5 issues de larves traitées L4 de *Locusta migratoria*

Il est a signalé que les larves L4 qui ont mué ont donné pour la plus part des traités des L5 malformés. Ces males formations s'opèrent surtout au niveau des ébauches allaires avec une sortie et étalement précoces des élytres qui doivent apparaitre normalement au stade imago et aussi au niveau des membres postérieures entravant ainsi le déplacement des larves ce qui les rendent vulnérables (Fig. 24).

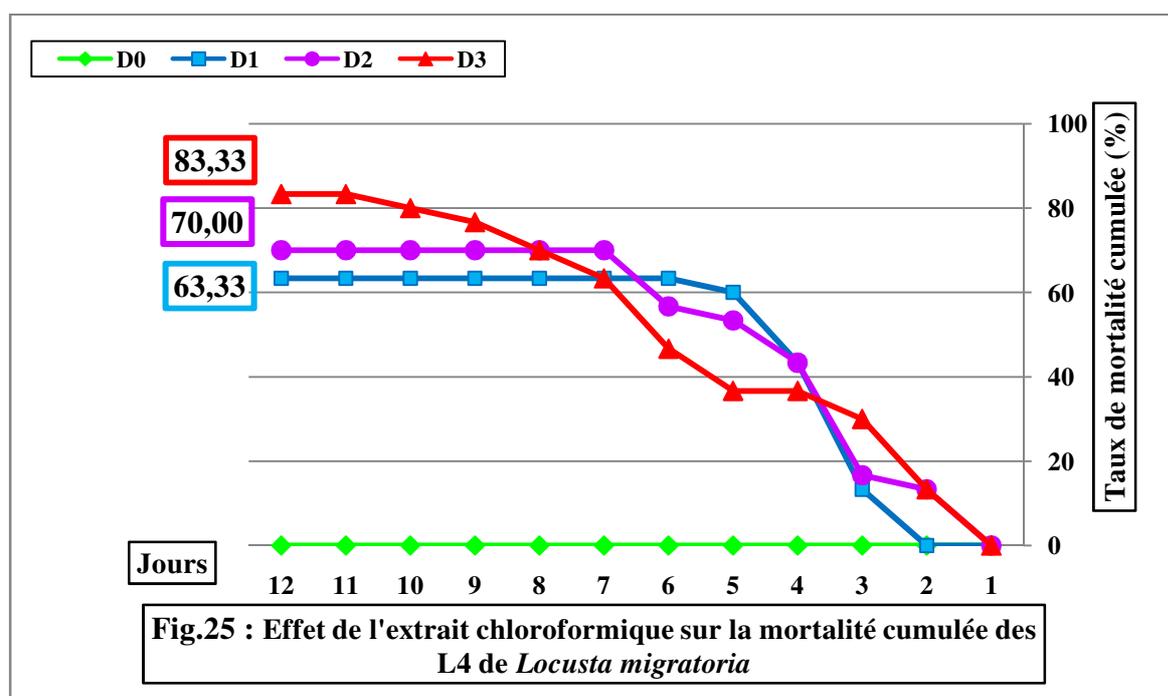
1.1. Effet de l'extrait du datura sur le stade L4 de *Locusta migratoria*

1.1.1 Effet sur la mortalité

Pour leslarves du quatrième stade soumises au traitements avec l'extrait du datura à la dose D2(10%) et D3(20%), les mortalité commencent aux jours J2 avec un taux de mortalité de 13,33%, à la faible dose D1(5%) ce même taux de mortalité est enregistré au jour J3.

Au jour J6, la faible dose D1 a enregistré le taux de mortalité le plus élevé suivi de la dose moyenne D2, cependant la forte dose a enregistré le taux de mortalité le plus faible.

Un pourcentage de mortalité maximal de 63,33% pour la dose D1 et 70%, pour la doses D2 sont atteints respectivement aux jours J6 et J7, à partir de là, les taux de mortalité demeurent constants ; à la dose D3 (20%) les mortalités se poursuivent jusqu'au J 11 pour atteindre un taux de mortalité de 83,33%. Dans la série témoin aucune mortalité n'a été enregistrée.(Fig. 25). Suite à ces résultats on a remarqué qu'on augmentant la dose de l'extrait chlorophormique le taux de mortalité des larves L4 augmente pour atteindre 83% de mortalité avec la plus forte doses D3 (20%).



↳ **Analyse de la variance**

L'analyse de la variance a démontré une différence très hautement significative (Prob< 0,001) pour les deux facteurs dose et temps, donc l'extrait du datura a une influence différente sur le stade L4 en fonction de la dose utilisée et en fonctions des jours passés (Tab.6). Car effectivement l'extrait a induit des taux de mortalité proches, les doses D1 (5%), D2 (10%) et D3 (20%) ont donné des résultats nettement supérieurs à la dose témoin D0 et les taux de mortalité enregistrés différent du 1^{er} jour jusqu'au 5^{ème} jour.

Tableau. 6: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur la mortalité des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	27765	59	470,593				
VAR.FACTEUR 1	6858,334	3	2286,111	54,867	0		
VAR.FACTEUR 2	13306,67	4	3326,667	79,84	0		
VAR.INTER F1*2	5933,334	12	494,445	11,867	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1666,666	40	41,667			6,455	34,89%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Les résultats de test NEWMAN et KEULS révèlent pour le facteur dose, deux groupes homogènes bien distincts; le groupe B qui correspond à la D0 (témoin) qui n'a induit aucune mortalité. Le groupe A qui fait référence aux trois doses de traitement D1 (5%), D2 (10%) et D3 (20%) qui ont enregistré des taux de mortalité très proches (Tab.7)

Tableau. 7 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES	
d2	25,333	A	
d3	24,667	A	
d1	24	A	
d0	0		B

Pour le facteur temps cinq groupes homogènes se distinguent Comprenant chacun un jour; le groupe A représentant le jour 5 ou les traitements ont donné le plus hauts taux de mortalité cumulée, dans le groupe C, on trouve le jour 1 ou le taux de mortalité s'est avéré nul (Fig.8)

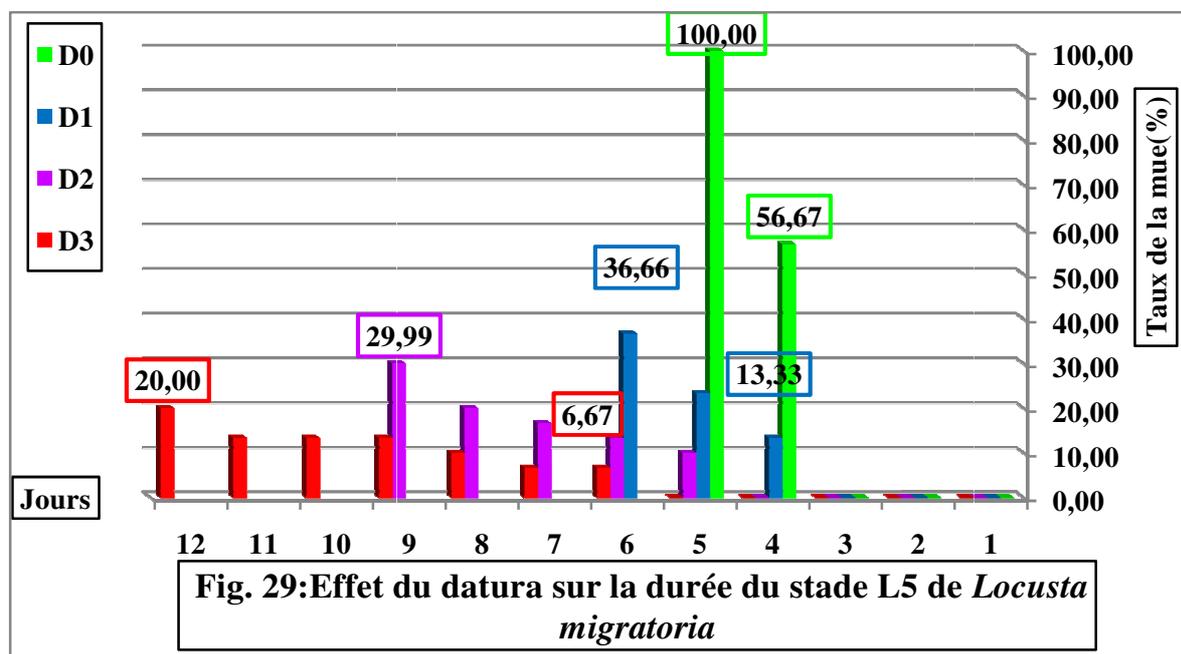
Tableau. 8 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
j5	40	A				
j4	30,833		B			
j3	15			C		
j2	6,667				D	
j1	0					E

3.1.2. Effet sur le développement larvaire

Après 24 heures de leur émergence, les larves L4 sont traitées par l'extrait chlorophormique du *Datura innoxia*, suite à ce traitement on a enregistré un prolongement dans la durée de développement larvaire comparé aux larves témoins qui ont effectué leurs mue totale après 5,43 jours de leur émergence(Fig.29).

A la dose D1 (5%), 36,66% des larves ont mué après 6 jours de leur émergence, aux doses D2, D3 la mue s'est effectuée respectivement après 8 jours avec un taux de mue de 29,99% et 9,82 jours avec un taux de mue de 20%, soit des retards de 2,57 et 4,39 jours.



↳ Analyse de la variance

L'analyse de la variance a démontré une différence très hautement significative (Prob< 0,001) pour le facteur dose et le facteur temps, donc, l'extrait du datura influencé le développement du stade larvaire en induisant un retard de temps important par rapport à la durée du stade L4 témoin qui ont effectué 100% de mue en cinq jours seulement(Tab.9).

Tableau. 9: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur la durée du stade larvaire de L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	14973,34	59	253,785				
VAR.FACTEUR 1	3266,67	3	1088,89	34,386	0		
VAR.FACTEUR 2	2990,00	4	747,501	23,605	0		
VAR.INTER F1*2	7449,996	12	620,833	19,605	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1266,67	40	31,667			5,627	76,74%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test NEWMAN et KEULS a regroupé les doses en deux groupes bien distincts ; le A qui représente la dose (D0) qui représente le témoin avec la moyenne la plus élevée, le groupe B qui rassemble la D1, D2 et D3 ce qui signifie que les trois doses ont un effet similaire sur la variable taux de mue (Tab.10).

Tableau. 10:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
d0	20	A	
d1	4,667		B
d2	2,667		B
d3	2		B

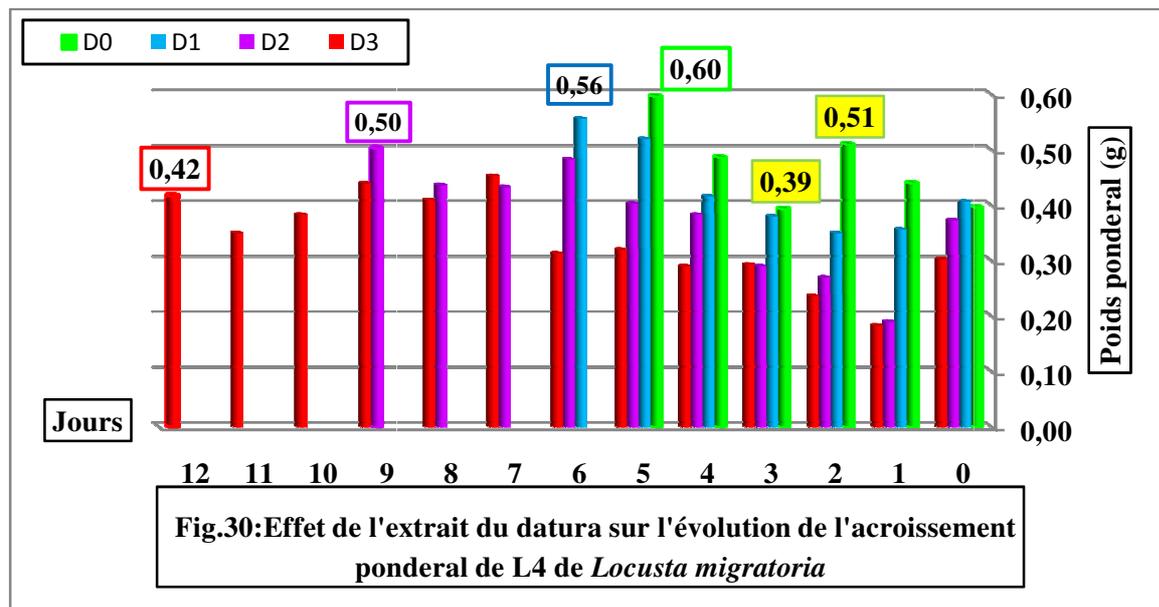
3.1.3. Effet sur l'évolution de l'accroissement pondéral

Au premier jour qui a suivi le traitement des larves L4 de *Locusta migratoria* aux différentes doses, une régression du poids moyens des larves comparés aux poids initiale a été enregistré. A la faible dose D1 les larves L4 qui ont un poids moyen initial de 0,41 g après 24 heures leur poids est descendu à 0,36 g, aux doses D2 et D3 les larves qui ont pesé respectivement 0,37g et 0,30 ont obtenu un poids qui avoisine 0,19 g (Fig.30).

Les maximum de poids moyen enregistrés à la fin des observations sont d'autant plus faible que les doses sont fortes; le poids moyen maximal de 0,60g a été atteint chez les témoins aux 5^{ème} jours après les essais, à la doses D1 un maximum de 0,56 a été indiqué Au 6^{ème} jour de traitement, à la dose D2 le poids le plus élevé est de 0,50 g obtenu au 9^{ème}, quant à la forte doses D3 Le poids le plus importants est de 0,42 g n'est signalé qu'au de la du 12^{ème} jours.

Résultats

Quant aux larves L4 non traitées le poids moyen a progressé tout au long des observations, on passant de 0,40 à 0,44 en une journée, à l'exception du 3^{ème} jour où on a observé une régression du poids pondéral moyen qui correspond au début de la mue.



↳ Analyse de la variance

Pour la variable évolution poids pondéral, L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative pour les deux facteurs (Pro <0,001), ce qu'il varie en fonction de du temps et en fonction de la dose utilisée (Tab.11).

Tableau. 11: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'évolution de l'accroissement pondéral des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,74	59	0,013				
VAR.FACTEUR 1	0,442	3	0,147	139,329	0		
VAR.FACTEUR 2	0,196	4	0,049	46,398	0		
VAR.INTER F1*2	0,06	12	0,005	4,703	0,0001		
VAR.RESIDUELLE 1	0,042	40	0,001			0,033	8,89%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Le classement des doses D0, D1, D2 et D3 avec le test de NEWMAN et KEULS donne respectivement quatre groupes bien distincts A, B, C et D; le comportement des quatre doses semble être différent sur le stade L4 de *L. migratoria*, car avec l'augmentation des concentrations on enregistre une régression dans leurs poids. De ce fait les témoins on évoluée pondéralement mieux que les traités (Tab12.)

Tableau. 12:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES			
d0	0,485	A			
d1	0,405		B		
d2	0,307			C	
d3	0,265				D

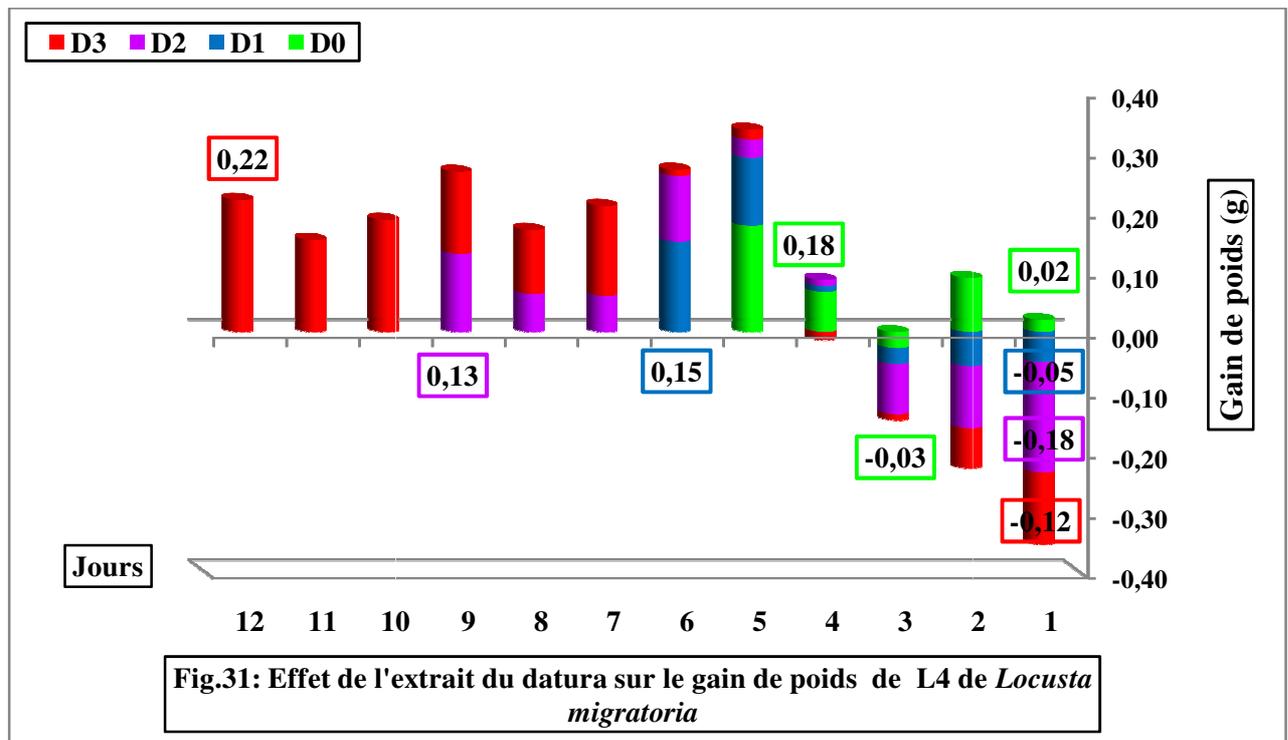
Concernant le classement des cinq jours de suivi, ce test à démontré que le jour 5 classé dans le groupe A avec les moyenne la plus importante, le jour 4 est mis dans le groupe B, les deux jours 2 et 3 sont groupe dans le même groupe C, et le jour 1 qui enregistré la moyenne la plus faible est dans le groupe D(Tab.13).

Tableau. 13 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES			
j5	0,46	A			
j4	0,394		B		
j2	0,342			C	
j3	0,339			C	
j1	0,293				D

3.1.4. Effet sur le gain de poids

L'étude de l'effet de l'extrait du datura sur le gain de poids des larves du 4^{ème} stade a révélé après 24heures une perte de poids dans les compartiment des traités qui est estimée à 0,05 g à la dose D1, à 0,12 g et 0,18 à la dose D2 et D3, aux 2^{ème} jours peu à peu les traités regagnent du poids pour atteindre des valeurs positives au 4^{ème} jour, à la fin de cette étude les larves traités à la dose D1(5%) ont gagné un maximum de 0,15 g au 6^{ème} jours, les larves traitée à la dose D2(10%) ont gagné 0,13 g au 9^{ème} jours, et à la plus forte dose D3(20%) leurs poids a augmenté de 0,22 g. Cependant dès le 1^{er} jour, les larves témoins ont acquis 0,02 g de plus que leurs poids initial, au 3^{ème} jour elles ont perdu 0,3 g un moment qui correspond à la préparation de l'insecte à sa mue. Un maximum poids de 0,18 g est obtenu au 5^{ème} jour(Fig.31).



↳ Analyse de la variance

L'analyse de la variance met en évidence des différences très hautement significatives pour les deux facteurs (Prob< 0,001) qui veut dire que le gain de poids calculé par rapport aux poids initiale des larves varie en fonction de de la dose utilisés et à travers les jours de suivi. (Tab.14).

Tableau. 14: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le gain de poids des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,183	59	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,069	3	0,023	56,101	0		
VAR.FACTEUR 2	0,06	4	0,015	36,763	0		
VAR.INTER F1*2	0,038	12	0,003	7,799	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,016	40	0			0,02	57,47%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Les résultats du test de NEWMAN et KEULS ont fait apparaître trois groupes différents A, B et C, le groupe A comprenant la dose D0 qui au dernier jour des observations a induit le gain de poids le plus important, le plus faible es celui marqué par les doses D2 et D3 regroupées ensembles dans le groupe C (Tab.15).

Tableau.15 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES		
d0	0,092	A		
d1	0,029		B	
d2	0,013			C
d3	0,007			C

Pour le facteur jours le test de NEWMAN et KEULS a mis en évidence trois groupes différents A, B et C, le jour où on a signalé le gain de poids le plus élevé est celui du jour 5 représentant le groupe A, dans les jours 4 et 2 le gain de poids été moyen, ainsi ils sont mis dans un seul groupe le B, les gains de poids les plus faibles sont ceux induit aux jours 1 et 2 regroupés ensemble dans le groupe C (Tab.16)

Tableau. 17 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES		
j5	0,094	A		
j4	0,035		B	
j2	0,031		B	
j1	0,011			C
j3	0,005			C

3.1.5. Effet sur l'activité alimentaire

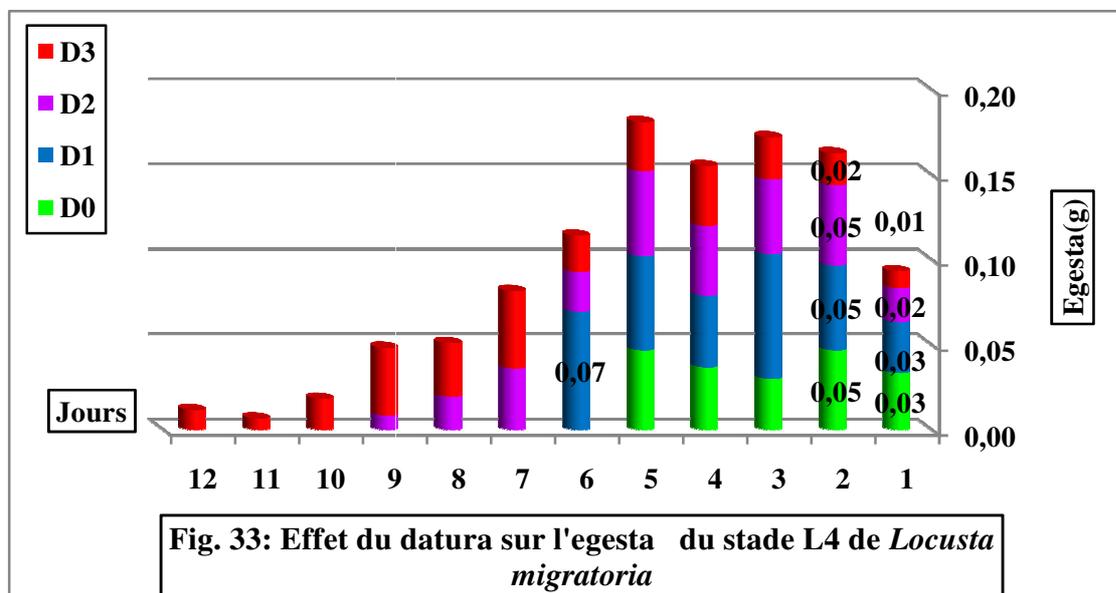
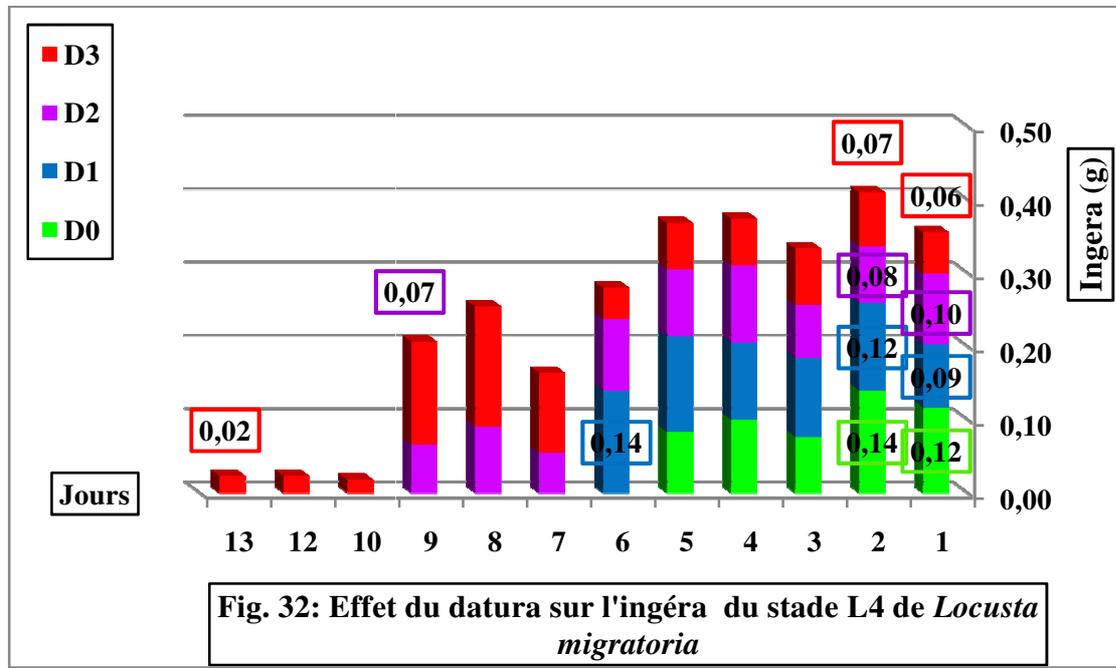
1.1.5.1. Effet sur l'Ingéra et l'Egesta

Après 24 heures, les pesées des restes de la nourriture traitées laissées par les larves du quatrième stade de *Locusta migratoria* et les fèces excrétés par ces dernières, nous ont révélé que les larves traitées ont mangé moins, par rapport aux larves non traitées ; car chez les témoins en moyenne, chaque larve a consommé 0,12g et excrété 0,03 g d'excréments; alors que chez les traités à l'extrait du datura, les quantités de la nourriture traitées consommées selon les doses D1, D2 sont dans le même ordre : 0,09g, 0,10g et les excréments sont évalués à 0,03 g, 0,02 g. Concernant celles traitées par la plus forte dose D3, une quantité de 0,06 g de nourriture a été ingérée soit la moitié de ce qu'a mangé une larve non traitée et une pesée de 0,1g d'excréments ont été rejetées (Fig.32) et (Fig.33).

Pour le 2^{ème} jour de l'étude une nourriture seigne a été mise à la disposition des lots traités et des lots non traités; en ce jours chez les témoins une larve a consommé en moyenne 0,14 g et

Résultats

a excrété 0,05g de fèces. Dans le lot traité avec la dose D1 (5%) des résultats proches aux témoins ont été obtenus soit 0,12 g d'ingéra et 0,05 g d'egesta. Aux doses D2 (10%) et D3 (20%) successivement, une larve a consommé en moyenne 0,07g, 0,08 g et a rejeté 0,01 g et 0,02g d'excréments. Aux jours suivant des fluctuations sont observées par rapport aux quantités consommées et aux quantités projetées.



↪ Analyse de la variance

Une différence très hautement significatives pour le facteur dose (Prob< 0,001) et hautement significative (Prob<0,01) pour le facteur temps ont été mises en évidence par l'analyse de la

Résultats

variance, ce qui veut dire que les quantités de nourriture ingérées varient durant le temps et en fonction de la dose utilisées. (Tab.18).

Tableau. 18: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'ingéra des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,058	59	0,001				
VAR.FACTEUR 1	0,02	3	0,007	15,9	0		
VAR.FACTEUR 2	0,006	4	0,002	3,798	0,01045		
VAR.INTER F1*2	0,016	12	0,001	3,118	0,00342		
VAR.RESIDUELLE 1	0,017	40	0			0,02	23,01%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Pour le facteur dose le test de NEWMAN et KEULS a classé les doses en deux groupes bien distincts ; le groupe A qui contient la dose D1 et D0 (témoin) avec la moyenne la plus élevée, suivit du groupe B qui contient la dose D2 et la dose avec le plus faible ingéra. (Tab.19).

Tableau. 19 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES	
d1	0,11	A	
d0	0,103	A	
d2	0,075		B
d3	0,067		B

Deux groupes bien distincts A et B ont été motionnés par les résultats du test de NEWMAN et KEULS pour la variable mesurée ingéra, le jour 2 regroupé dans le premier se caractérise par la consommation de la quantité de nourriture la plus importante comparée aux autre jours ou les quantité ingérées sont réduite, au jour J1 les larves ont mangé très peu de nourriture ce qui fait que ce jour est classé dans le B, les autres jours 3, 4 et 5 se chevauchent entre les deux groupes A et B (Tab.20).

Tableau. 20 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
j2	0,102	A	
j4	0,094	A	B
j5	0,092	A	B
j3	0,083	A	B
j1	0,072		B

↳ **Analyse de la variance de la variable Egesta**

L'analyse de la variance à deux facteurs effectuée pour les quantités de fèces rejetées par les larves du quatrième stade de criquet migrateur a révélé des différences très hautement significative pour les deux facteurs dose et temps (Pro <0,001). (Tab.21)

Tableau. 21: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'Egesta des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,016	59	0				
VAR.FACTEUR 1	0,005	3	0,002	17,043	0		
VAR.FACTEUR 2	0,004	4	0,001	8,362	0,00006		
VAR.INTER F1*2	0,003	12	0	2,365	0,02075		
VAR.RESIDUELLE 1	0,004	40	0			0,01	27,28%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS a partagé les quatre doses D1 (5%), D2(10%) et D3(20%) de l'extrait végétal de datura en trois groupes distincts A, B et C , signifiant qu'elles ont traduit des effets très différents sur les quantités de fèces excrétées par les individus. Le groupe qui a excrété le moins d'excrément sont ceux traités avec la faible dose D1 qui est mise dans le groupe A, selon ce teste la dose D2 à induit le même effet que la dose D0(témoin) par rapport à la variable mesurée "Egesta", ces deux doses sont classées dans le groupe B, la dose la plus forte a induit la quantité excréments la plus faible, elle est dans le groupe C.(Tab.22)

Tableau. 22 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
d1	0,05	A		
d0	0,039		B	
d2	0,038		B	
d3	0,024			C

Les jours de suivi sont partagés entre deux groupes bien divergents A et B, le premier groupe englobe les jours 2, 3, 4 et 5; en ces jours les excréments ont été plus importantes, dans le jour 1 l'egesta le plus faible a été induit, il est classé seul dans le groupe B(Tab.23).

Tableau. 23 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
j5	0,045	A	
j3	0,043	A	
j4	0,039	A	
j2	0,038	A	
j1	0,023		B

1.1.5.2. Effet sur les indices nutritionnels

a)-Indice de consommation

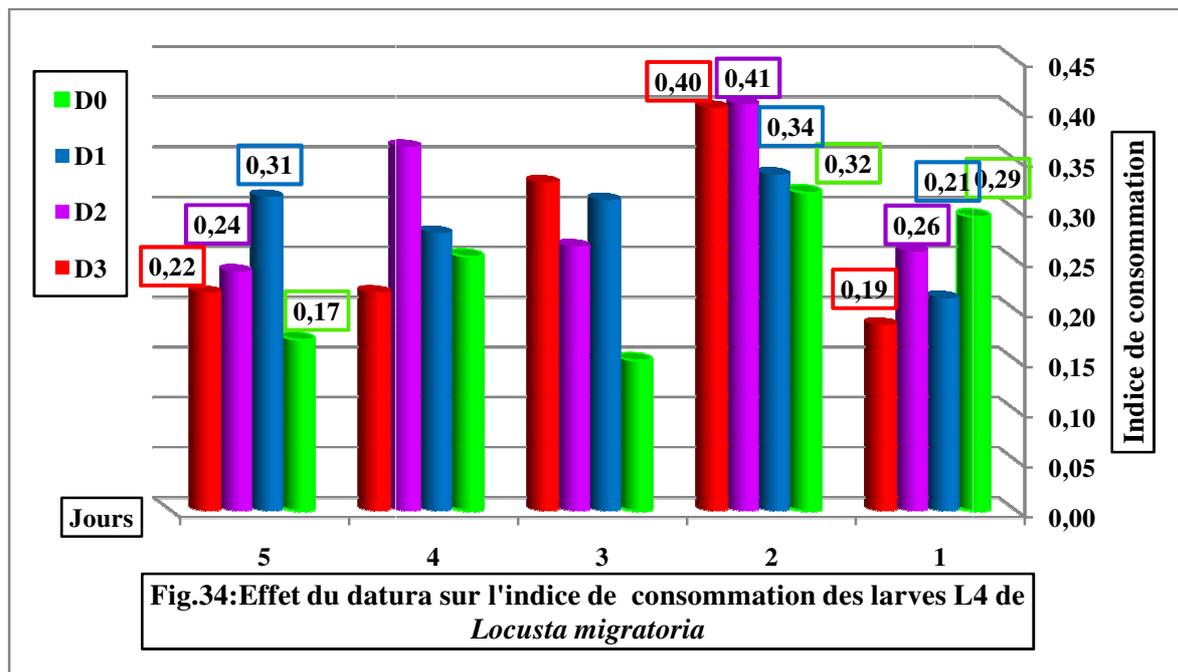
D'après le calcul de l'indice de consommation pour les cinq premiers jours de l'expérimentation, les larves L4 ont enregistré après 24 une valeur de 0,29, les larves traitées ont marquées des valeurs moins importantes, à la dose D3 (20%) le plus petit indice de consommation a été signalé, aux doses D1(5%) et D2(10%) , des indices de 0,21 et 0,26 sont obtenus respectivement.

Au 2^{ème} jour les indices de consommation augmentent dans tous les lots traités et non traités, l'augmentation de l' IC témoins est la moins importante, il est estimée à 0,32; quant à ceux observés chez les traités, l'augmentation sentie est d'autant plus importante que la dose testée est plus élevée; ainsi aux doses D1(5%), D2(10%) et D3(20%) on a calculé successivement les indices de consommation de 0,34, 0,41 et 0,40.

Au 5^{ème} jour une réduction remarquable des indices de consommation est observée, chez les témoins comme chez les traités. Une plus petite valeur de 0,17 est désigné chez les témoins;

Résultats

chez les traités les valeurs obtenues sont inversement proportionnelles aux doses utilisées, 0,31 à la faible dose D1, 0,24 à la dose moyenne D2 et 0,22 à la forte dose D3.



↳ Analyse de la variance

L'analyse de la variance des résultats de l'indice de consommation a montré une différence très hautement significative (Prob<0,001) pour le facteur dose et t significative (Prob<0,05) pour le facteur temps ; car les quatre doses ont une action déférentes sur la variable mesurée" IC" et que cette déférence d'action est de moindre importance à travers les jours qui ont suivi le traitement aux déférentes doses. (Tab.24).

Tableau.24 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'IC des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,099	59	0,002				
VAR.FACTEUR 1	0,028	3	0,009	10,419	0,00004		
VAR.FACTEUR 2	0,014	4	0,003	3,828	0,01006		
VAR.INTER F1*2	0,021	12	0,002	1,957	0,05587		
VAR.RESIDUELLE1	0,036	40	0,001			0,03	28,83%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS a partagé les quatre doses de l'extrait végétal de datura deux groupes distincts A et B, le groupe A représentant les doses D1 et D2 les avec les indices de consommation les plus importants et les doses D3 et D0 avec des indices moins importants sont classées dans le groupe B (Tab.25)

Tableau. 25: Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
d1	0,126	A	
d2	0,125	A	
d3	0,086		B
d0	0,079		B

Concernant les jours de suivi, ce test a formé deux groupes bien distinct, le groupe A, avec le jour 3 ou on a enregistré l'indice de consommation le plus élevé et le groupe B dont on trouve le jour 1 dont le rapport poids de la nourriture ingérée / poids moyen de l'insecte est le plus faible, les autres jours se chevauchent entre les deux groupes. (Tab.26)

Tableau.26 : Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
j3	0,127	A	
j2	0,113	A	B
j4	0,101	A	B
j5	0,099	A	B
j1	0,081		B

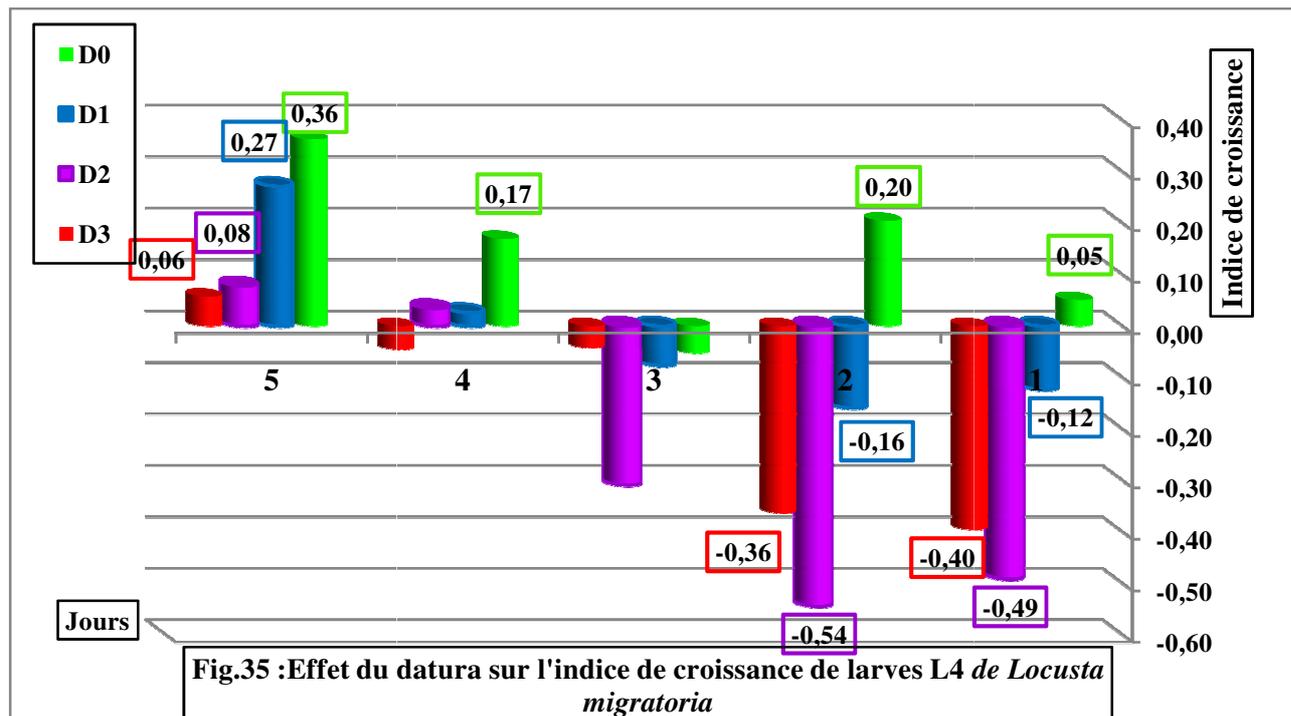
b)- Effet sur l'indice de croissance

Le calcul de l'indice de croissance à partir du rapport gain de poids sur le poids moyen de l'individu, a donné des valeurs négatives traduisant une perte de poids durant les trois premiers jours chez les traités à l'extrait du datura aux différentes doses, après ce temps les valeurs s'accroissent et enregistre des valeurs positives. D'autre part les témoins ont marqué des valeurs positives tout au long de la durée du stade larvaires à l'exception de 3^{ème} jours qui coïncide avec le début de la mue.

Résultats

Ces résultats nous dévoilent aux premier jour un 'indice de croissance nettement supérieure de 0,05 pour les témoins, cependant des perte de poids ont été enregistrées (- 0,12), (-0,49) et (-0,40) pour les larves traitées respectivement pour les doses D1, D2 et D3.

Au dernier jour pris en considération pour ce paramètre, l'indice le plus important est celui indiqué chez les témoins avec 0,36. Cependant les traités ont exposé des indices moins importants allant de 0,06 et 0,08 pour les doses D3 et D2 jusqu'à 0,27 pour la plus faible dose D1.(Fig.35)



↳ Analyse de la variance

L'analyse de la variance effectuée sur le paramètre indice de croissance a révélé des différences très hautement significatives ($Prob < 0,001$) pour les facteurs dose et temps, donc les différentes concentrations ont provoqué des effets à des degrés divergents pour l'ICr les larves du quatrième stade et le facteur temps a intensifié cet effet. (Tab.27).

Tableau. 27: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'ICr des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,602	59	0,01				
VAR.FACTEUR 1	0,226	3	0,075	41,954	0		
VAR.FACTEUR 2	0,203	4	0,051	28,209	0		
VAR.INTER F1*2	0,102	12	0,008	4,712	0,0001		
VAR.RESIDUELLE1	0,072	40	0,002			0,042	60,11%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS à intervalle de confiance de 95% a rangé les doses en trois groupes distincts, le groupe A qui représente la dose D0 (témoin) avec la moyenne la plus importante et le groupe C qui représente la dose D3 avec l'indice de croissance le moins important. Les doses D1 est classé dans le groupe B quant à la dose D2 chevauche entre les deux groupes, B et C (Tab.28).

Tableau. 28 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
d0	0,174	A		
d1	0,058		B	
d2	0,03		B	C
d3	0,02			C

Le test de NEWMAN et KEULS a partagé les doses D0(témoin), D1(5%) et D3(20%) respectivement en trois groupes distincts A, B et C . de *L. migratoria* (Tab.75).la dose D0 est la dose qui produit le plus d'effet sur la variable mesurée ICr suivie par la dose D1, en troisième place vient la dose D2 qui se chevauche entre le groupe A et B ; la dose qui engendré l'indice de croissance le plus faible es la plus forte dose D3(Tab.29)

Tableau. 29:Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
j5	0,177	A		
j4	0,077		B	
j2	0,061		B	
j1	0,024			C
j3	0,013			C

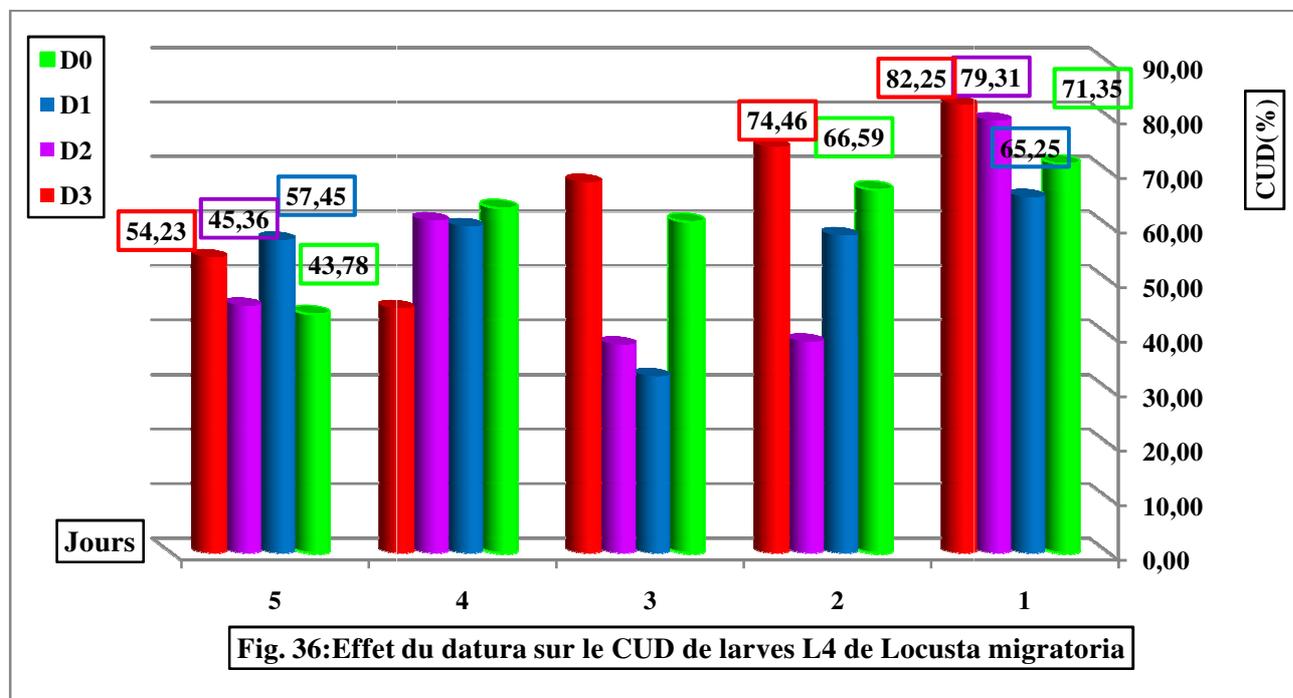
1.1.5.3. Effet sur la conversion de la nourriture ingérée

Pour les larves non traités le coefficient d'utilisation digestive est estimé au premier jour de suivi à 71,35%. Des valeurs plus importantes ont été signalées chez les traités sauf chez ceux traités à la dose D1 le CUD été plus faible.

La pulvérisation de la solution de l'extrait du datura sur l'alimentation a produit un CUD de 65,25% à la dose D1(5%), un CUD de 79,31% à la dose D2(10%) et un CUD de 82,25%

Résultats

enregistré avec la dose D3(20%) pendant les jours qui suivront, nous remarquons une diminution du coefficient d'utilisation digestive par rapport au premier jour, pour atteindre au 5ème jours chez les témoins le CUD le plus faible estimé à 43,86%, suivi de CUD des ailes traités à la dose D2 avec 45,36% ; les dose D3 et D1 ont induit respectivement des CUD de 57,45% et 54,23%.(Fig.36)



↳ Analyse de la variance

Une différence très hautement significative (Prob<0,001) ont été signalées par l'analyse de la variance pour le facteur dose et une différence significative (Prob<0,05) pour le facteur temps, donc les traitements aux différentes doses de l'extrait chloroformique de datura n'agissent pas de la même manière sur l'CUD des larves L4 de *L. migratoria*(Tab.30)

Tableau. 30: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le CUD des larves L4 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	16989,44	59	287,957				
VAR.FACTEUR 1	2982,272	3	994,091	7,387	0,00052		
VAR.FACTEUR 2	2033,113	4	508,278	3,777	0,01073		
VAR.INTER F1*2	6591,007	12	549,251	4,081	0,00039		
VAR.RESIDUELLE 1	5383,045	40	134,576			11,601	20,78%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Résultats

Le test de NEWMAN et KEULS a partagé les doses testées en deux groupes distincts A et B. Dans le groupe A se situent les doses D0, D1 et D3 qui ont provoqué des effets similaires sur la variable mesurée CUD. La dose D2 (10%) a réagi autrement que les précédentes en induisant le CUD le mois important, c'est ce qui la classe dans un groupe à part le groupe B. (Tab.31)

Tableau. 31 : Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
d3	63,047	A	
d0	60,914	A	
d1	54,423	A	
d2	44,925		B

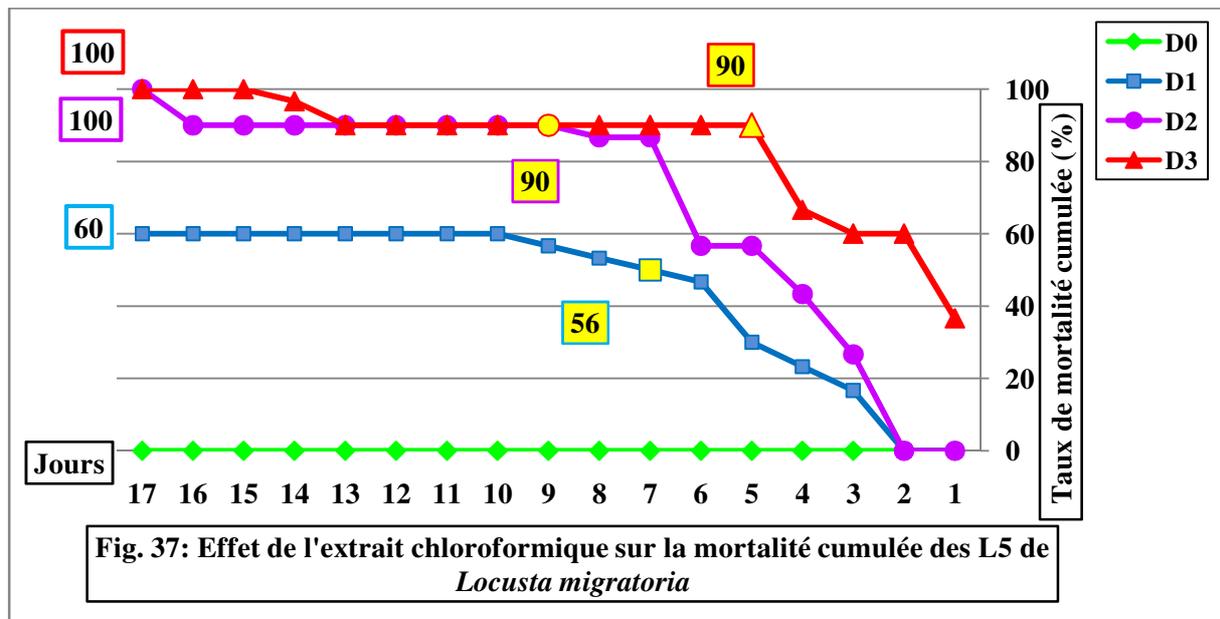
1.2. Effet de l'extrait du datura sur le stade L5 de *Locusta migratoria*

1.2.1. Effet sur la mortalité

Après vingt-quatre heures d'exposition à l'extrait chloroformique du datura à la dose D3 (20%), 36% des larves L5 meurent, tandis que aux doses D1 et D2 aucune mortalité n'a été comptabilisée.

Aux jours J3 les deux doses D1 et D2 ont enregistré successivement des taux de mortalité de 16% et 26,67% ; en ce jour, la dose D3 a enregistré 60% de mortalité.

Les mortalités des larves L5 se sont poursuivies pour les doses D1 jusqu'au jour J9 pour marquer un taux maximum de 60%; concernant les doses D2 et D3, 90% d'individus en retrouvent la mort respectivement au bout des jours J9 et J5. Ces deux dernières doses ont causé la mortalité totale des larves L5, soit 100% de mortalité au J15 et J17. Par contre chez les témoins aucune mortalité n'est enregistrée (Fig.34). D'après nos constatations, le taux de mortalité des larves L5 progresse en fonction de la dose utilisée car la faible dose a induit le faible taux de mortalité au moment où la moyenne et forte dose ont induit 100 % de mortalité totale des individus mais à un intervalle de deux jours.



↳ Analyse de la variance

Pour les deux facteurs dose et temps, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative ($P_{ob} < 0,001$) ce qui signifie que les doses et le nombre de jour après le traitement influencent différemment le taux de mortalité des larves du cinquième stade de *L. migratoria* (Tab.32).

Tableau. 32: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur la mortalité des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	139229,6	107	1301,211				
VAR.FACTEUR 1	79540,72	3	26513,57	329,134	0		
VAR.FACTEUR 2	34996,27	8	4374,534	54,305	0		
VAR.INTER F1*2	18892,62	24	787,192	9,772	0		
VAR.RESIDUELLE 1	5800	72	80,556			8,975	23,53%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Avec le test NEWMAN et KEULS, les quatre doses sont rangés dans quatre groupes homogènes différents, le groupe A qui porte la plus forte dose D3 avec la moyenne la plus élevée, le groupe B qui porte la dose moyenne D2, la petite dose D1 est incluse dans le groupe c, la dose témoin qui n'a provoqué aucune mortalité est classée dans le groupe D. (Tab.33).

Tableau. 33:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d3	74,815	A			
d2	47,407		B		
d1	30,37			C	
d0	0				D

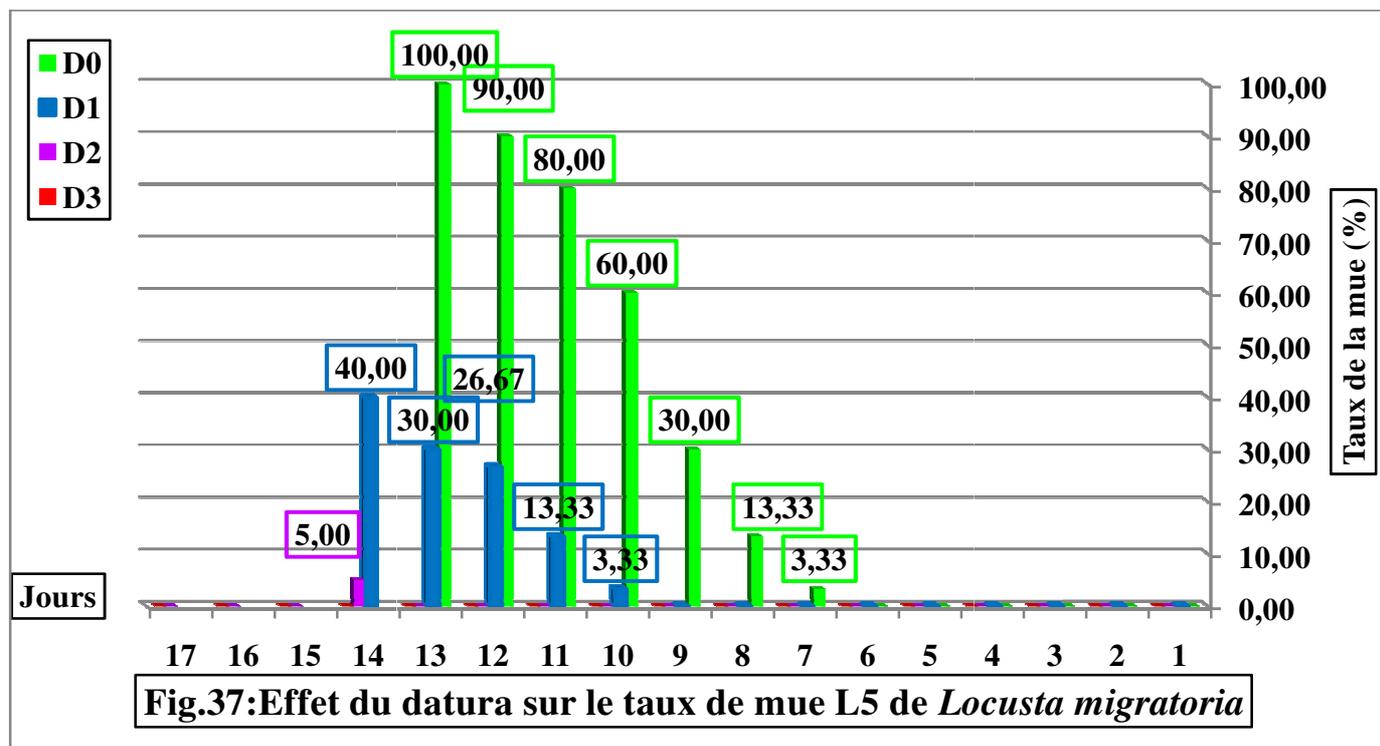
Le test NEWMAN et KEULS a regroupé les jours des observations suivant leurs degrés d'influencer les mortalités des larves L5 en quatre groupes bien divergents ; le A qui représente les jours 7, 8 et 9 ou on a enregistré le plus fort taux de mortalité, le groupe B qui rassemble Les jours 5 et 6, le groupe C qui inclus les deux jours 3 et 4 et enfin le groupe D qui renferme les jours 1 et 2 pendant lesquelles on a calculé le taux le moins important (Tab.33).

Tableau. 33.:Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
j9	60	A			
j8	58,333	A			
j7	57,5	A			
j5	44,167		B		
j6	43,333		B		
j4	30			C	
j3	25,833			C	
j2	15				D
j1	9,167				D

1.2.2. Effet sur le développement larvaire

Pour l'étude de l'effet de l'extrait du datura à différentes doses sur la mue des larves L5 de *Locusta migratoria*, ces dernières sont traitées après une journée de leur émergence. Par rapport aux témoins qui ont mué après 8,13 jours, les larves traitées aux doses D1 (5%), D2 (10%) ont enregistré des retards considérable de 5 et 6 jours, cependant pour celles qu'on a pulvérisé avec une solution à la dose D3(20%), le paramètre n'a pas pu être mesuré suite à la mort de100% des individus.(Fig.37).



↳ Analyse de la variance

l'analyse de la variance a révélé une différence non significative pour le facteur temps (Prob > 0,05) et une différence significative (Prob < 0,05) pour les facteurs dose, donc les le nombre de jours qui ont suivi les le jours de traitement agissent de la même manière sur l'évolution du taux de la mue des L5 de *L. migratoria*, alors que les doses agies d'une manière différente et ont donné des résultats différents. (Tab.34).

Tableau.34 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le taux de la mue des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3565,74	107	33,325				
VAR.FACTEUR 1	336,111	3	112,037	4,033	0,01045		
VAR.FACTEUR 2	257,407	8	32,176	1,158	0,33603		
VAR.INTER F1*2	972,223	24	40,509	1,458	0,11213		
VAR.RESIDUELLE 1	2000	72	27,778			5,27	299,58%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS a réuni les doses testées en un seul groupe le A. (Tab.35).

Tableau. 35 : Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
d2	3,704	A
d0	3,333	A
d1	0	A
d3	0	A

1.2.3. Effet sur l'évolution de l'accroissement pondéral

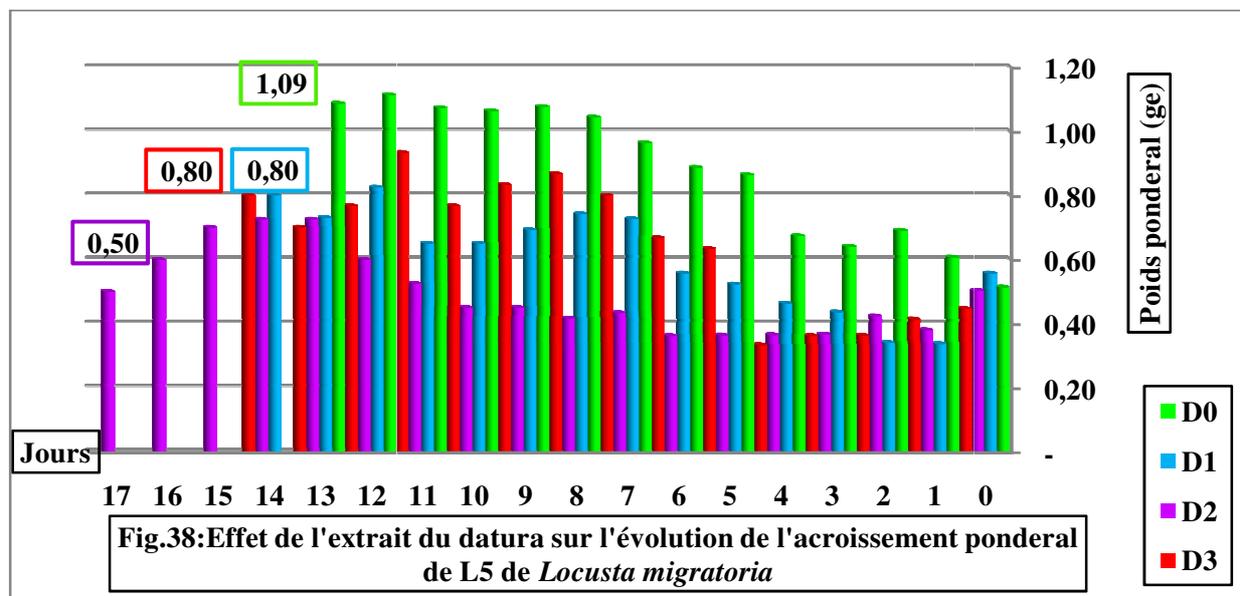
Concernant les larves du stade L5, on constate qu'avec l'extrait du datura, la (figure.) montre qu'un écart pondéral remarquable existe entre les histogrammes qui présentent les poids moyens des larves non traitées et les histogrammes qui représentent les poids moyens des larves traitées aux différentes doses. (Fig.38).

La pulvérisation de l'extrait chlorophormique à différents dosages sur les larves L5 a induit après 24 heures une réduction du poids moyen par rapport au poids initial des individus,

Les poids moyens initiaux des juvéniles traités aux doses D1 (50%), D2(10%) et D3(20%) sont dans l'ordre 0,56g 0,50 g 0,45g après une journée ces poids ont passé respectivement à 0,34 g, 0,38 g et 0,41g .

L'évaluation des poids moyens par individus au dernier jour d'observation ont donné pour la faible dose D1 et la forte dose D3 un poids de 0,80 g au 14^{ème} jour, pour la dose moyenne D2 le poids le plus faible a été obtenu avec 0,50 g au 17^{ème} jour soit le même que le poids initial.

Chez les témoins le poids moyen du départ est de 0,51 g et celui obtenu au dernier jour d'observation est de 1,09 g



↳ Analyse de la variance

Des résultats très hautement significatifs ont été révélés par l'analyse de la variance ($P < 0,001$) pour les facteurs dose et stade. Ces résultats montrent que l'évolution pondérale des larves du stade L5 varie selon la dose utilisée et varie dans le temps. (Tab.36).

Tableau. 36: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'évolution pondérale des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,399	107	0,05				
VAR.FACTEUR 1	2,62	3	0,873	289,002	0		
VAR.FACTEUR 2	1,934	8	0,242	80,025	0		
VAR.INTER F1*2	0,627	24	0,026	8,645	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,218	72	0,003			0,055	9,38%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Le classement des quatre doses D0, D1 (5%), D2 (10%) et D3 (20%) respectivement par leurs degré d'action en quatre groupes bien distincts A, B, C et D a révélé qu'elles agissent différemment sur l'accroissement pondéral des larves du cinquième stade larvaire de *L. migratoria* (Tab.37).

Tableau. 37 : Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	0,827	A			
d3	0,586		B		
d1	0,535			C	
d2	0,395				D

Résultats

Les neuf jours de suivi ont été partagés en trois groupes par le test NEWMAN et KEULS. Les jours 8, 9 et 7 se partagent le groupe A avec l'enregistrement des poids les plus importants, dans le groupe B se situent les jours 5 et 6 et dans le groupe C se renferment les jours 4, 3, 2 et 1 durant lesquelles les poids pondéraux signalés sont les plus faibles (Tab.38).

Tableau. 38 : Classement des moyennes pour le facteur temps

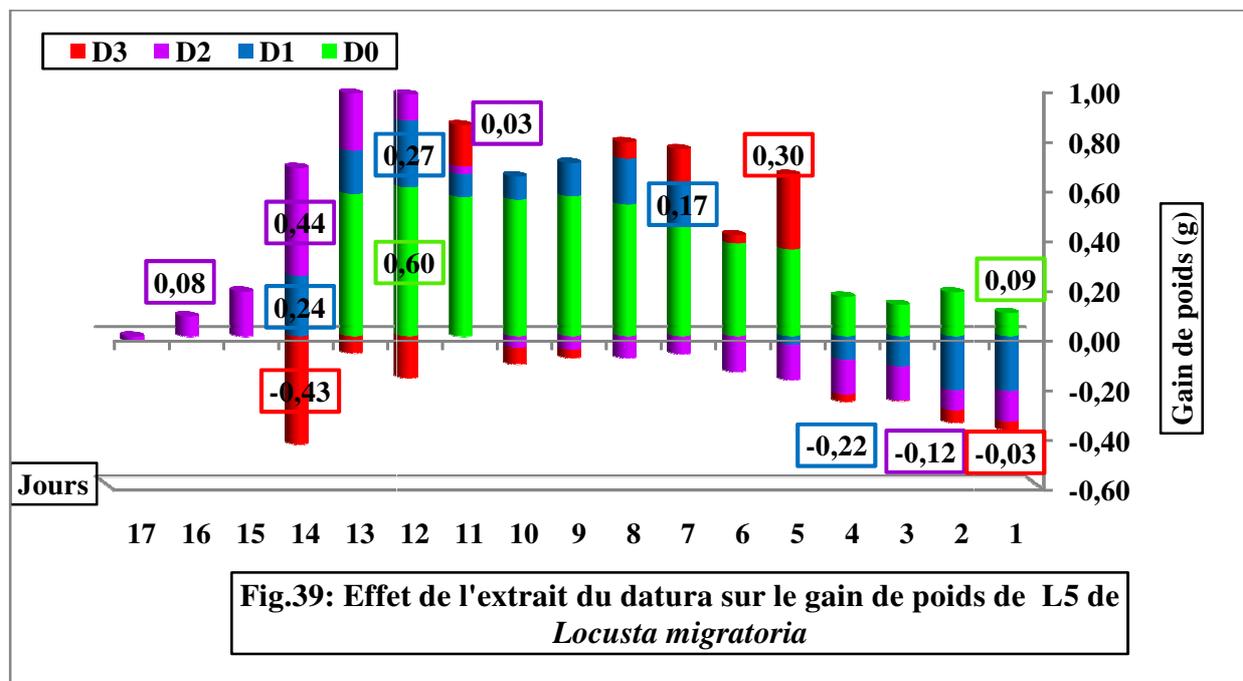
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
j8	0,767	A		
j9	0,763	A		
j7	0,731	A		
j6	0,618		B	
j5	0,596		B	
j4	0,458			C
j2	0,454			C
j3	0,451			C
j1	0,434			C

1.2.4. Effet sur le gain de poids

Les pesées effectuées sur les larves du stade L5 de *Locusta migratoria* traitées, au lendemain de traitement ont montré une perte de poids pour toutes les doses testées ; cette réduction du poids est d'autant plus importante que les doses sont faibles car, à la faible dose D1 on a enregistré la perte de poids la plus importante avec (-0,22g), suivi de la moyenne dose D2 avec (-0,12g) et la dose la plus forte D3 a induit la perte de poids la plus petite (-0,03g). (Fig.39).

La dose D3 a enregistré une valeur positive de 0,3 g au 5^{ème} jour qui a suivi la pulvérisation de l'extrait mais le poids ne tarde pas à rechuter pour atteindre -0,43 g au 14^{ème} jour.

La dose D2 a marqué un gain de poids de à 0,3 g au 11^{ème} jour et 0,27g au 12^{ème} jour, pour redescendre jusqu'à 0,08 g au 16^{ème} jour. Concernant les larves non pulvérisées par le produit, l'histogramme a démontré une certaine stabilité dans le gain de poids au quotidien, en commençant au premier jour par un gain de 0,09 g et en se terminant par un gain de poids de 0,60 g au 13^{ème} jour.



↳ **Analyse de la variance**

Aussi pour le quatrième stade de *L. migratoria*, L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative pour tous les facteurs (Pro <0,001), ce qui signifie que l'évolution pondérale varie en fonction de ces facteurs. (Tab.39).

Tableau.39 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le gain de poids des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,438	107	0,032				
VAR.FACTEUR 1	1,564	3	0,521	243,553	0		
VAR.FACTEUR 2	1,116	8	0,14	65,177	0		
VAR.INTER F1*2	0,603	24	0,025	11,739	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,154	72	0,002			0,046	34,04%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le classement des doses D0, D1, D2 et D3 avec le test de NEWMAN et KEULS sont classé respectivement dans les quatre groupes bien distincts A, C, D et B; témoignant un comportement singulier pour chacune des doses sur l'évolution pondérale du stade larvaire L5 de *L. migratoria* (Tab.40).

Tableau. 40 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	0,314	A			
d3	0,174		B		
d1	0,056			C	
d2	0				D

Le test de NEWMAN et KEULS a classé les jours de l'expérimentation en trois groupes différents selon leur effet sur le gain de poids des larves du cinquième stade ; le groupe A qui renferme les derniers jours pris en considération 8, 9 et 7 dans le même ordre des moyennes décroissantes, le groupe B qui inclut les jours 6 et 5 et le groupe C qui inclut les quatre premiers jours des essais les jours 1, 2, 3 et 4 dans lesquelles on a enregistré les moyennes les plus réduites (Tab.41).

Tableau. 41 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
j8	0,284	A			
j9	0,271	A			
j7	0,243	A			
j6	0,148		B		
j5	0,138		B		
j2	0,044				C
j4	0,04				C
j3	0,032				C
j1	0,023				C

1.2.5. Effet sur l'activité alimentaire

1.2.5.1 Effet sur l'Ingéra et l'Egesta

Les fréquences pondérale des ingéras des juvéniles de *L. migratoria*, s'est révélé beaucoup plus homogène tout au long de cette étude chez les témoins. Chez les larves traitées ces fréquences sont de moins en moins homogènes que la dose testée s'élève.

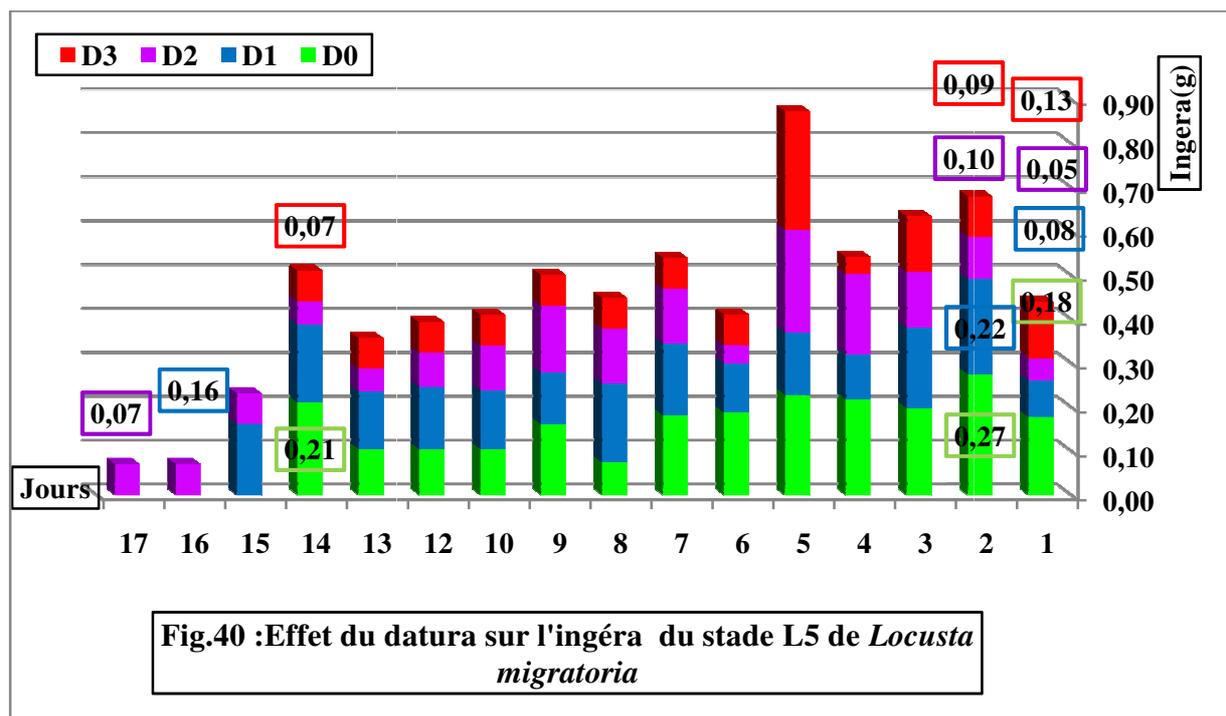
Au premier jour, chez les témoins, chaque larve a consommé une moyenne de 0,18 g de la nourriture donnée et excrétée 0,07 g ; alors que chez les traités la quantité consommée à la

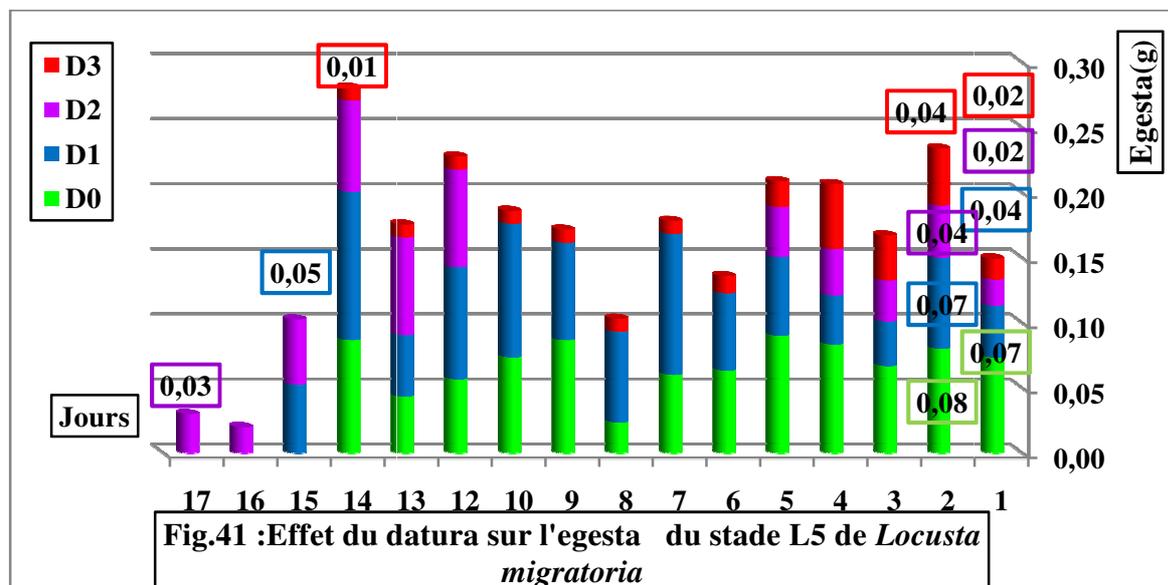
Résultats

dose D1 est de 0,08 g, à la dose D2 elle est de 0,05g et à la dose D3 elle est de 0,13 g, concernant les quantités de fèces rejetées sont dans le même ordre 0,08 g, 0,05 g et 0,13 g.

Les quantités de nourriture seine consommées aux 2^{ème} jour sont de 0,22 g pour les traités à la dose D1 (5%), de 0,10 g pour les traités à la dose D2 (10%) et sont de 0,09 g pour les traités à la dose D3(20%). les pesées des excréments récupérés ont donné les valeurs de 0,07 g pour la dose D1 et 0,04 g pour les deux doses D2 et D3.(Fig.40) et (Fig.41).

Le poids de la nourriture consommée au cours de l'expérimentation est resté moyennement stable pour les témoins à l'exception d'une réduction des quantités ingérées qui commence au 8^{ème} jour correspondant au début des mues ou l'insecte arrête de s'alimenter; cependant pour les traités on a observé une augmentation progressive des quantités ingérée durant les jours qui suivent le traitement ; au dernier jour ces quantités ingérées diminues pour atteindre 0,16 g à la dose D1 au 15^{ème} jour, 0,07 g à la D2 et D3 respectivement aux 17^{ème} et 14^{ème} jour et dans le même ordre les quantités des fèces rejetées sont de 0,05 g, 0,03g et 0,01 g.





↳ Analyse de la variance

Les résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre Ingéra a dévoilé des différences très hautement significatives ($Prob < 0,001$) pour les deux facteurs pris en considération dose et temps impliquant que les quantités ingérées de nourriture consommées par les L5 de *L. migratoria* sont variables d'une dose à une autre et que le temps aussi influence considérablement cette variable mesurée (Tab.42).

Tableau.42 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'IC des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	23,75	107	0,222				
VAR.FACTEUR 1	9,67	3	3,223	1057,45	0		
VAR.FACTEUR 2	4,128	8	0,516	169,28	0		
VAR.INTER F1*2	9,729	24	0,405	132,986	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,219	72	0,003			0,055	15,32%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Concernant le facteur dose, Le test de NEWMAN et KEULS a rangé les quatre doses en quatre groupes distincts A, B, C et D, la dose D3 (20%) est comprise dans le groupe A avec la moyenne la plus élevée, les doses D1(5%) est contenu dans le groupe B, la dose D0(témoin) est rangée dans le groupe C et en fin, la dose D2(10% qui provoqué la moyenne le plus faible sur la prise de nourriture est classée dans le groupe D(Tab.43).

Tableau. 43:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d3	0,874	A			
d1	0,246		B		
d0	0,188			C	
d2	0,133				D

Cependant, les jours pendant lesquels s'est déroulée l'expérimentation sont renfermés dans quatre groupes homogènes par le biais de test NEWMAN et KEULS. Les jours 9, 5, 7 et 8 ou les insectes ont mangé le plus sont classés dans le groupe A; dans les groupe B et C sont rangés respectivement les jours 6 et 2. Et les jours durant lesquels sont enregistrées les quantités ingérées les moins importantes sont classées dans le groupe D. (Tab.44).

Tableau. 44:Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
j9	0,571	A			
j5	0,568	A			
j7	0,55	A			
j8	0,541	A			
j6	0,419		B		
j2	0,207			C	
j3	0,142				D
j4	0,127				D
j1	0,118				D

↪ **Analyse de la variance**

Des résultats très hautement significatifs ont été révélées par l'analyse de la variance ($Pro < 0,001$) pour les facteurs dose et temps. Ces résultats montrent que les quantités de fèces rejetées par les larves de cinquième stade varient selon la dose utilisée et durant le temps. (Tab.45).

Tableau. 45: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'egesta des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,137	17	0,001				
VAR.FACTEUR 1	0,054	3	0,018	91541	0		
VAR.FACTEUR 2	0,014	8	0,002	8,906	0		
VAR.INTER F1*2	0,055	24	0,002	11,528	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,014	72	0			0,014	24,97%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Pour le paramètre Egesta, Le test NEWMAN et KEULS révèle pour le facteur dose trois groupes homogènes bien distincts ; le groupe A qui correspond à la dose D3 et la dose D0 (témoin) qui ont excrétées les plus grandes quantités de fèces. Le groupe B qui fait référence à la dose D1 (5%), D2 (10%), et dans le groupe C on trouve D2 (10%), qui a enregistré les quantités les plus minimales (Tab.46).

Tableau. 46 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
d3	0,075	A		
d0	0,07	A		
d1	0,062		B	
d2	0,018			C

En ce qui concerne le classement des jours pour la variable mesurée, le test NEWMAN et KEULS à fait ressortir deux groupes le A et LE d, le jour 5 dont la quantité excrétée est la plus grande est classé dans le groupe A, le jour où les quantités de fèces rejetées sont petites est classé dans le groupe D, les autres jours se chevauchent entre les groupe A, B, C et D. (Tab.47).

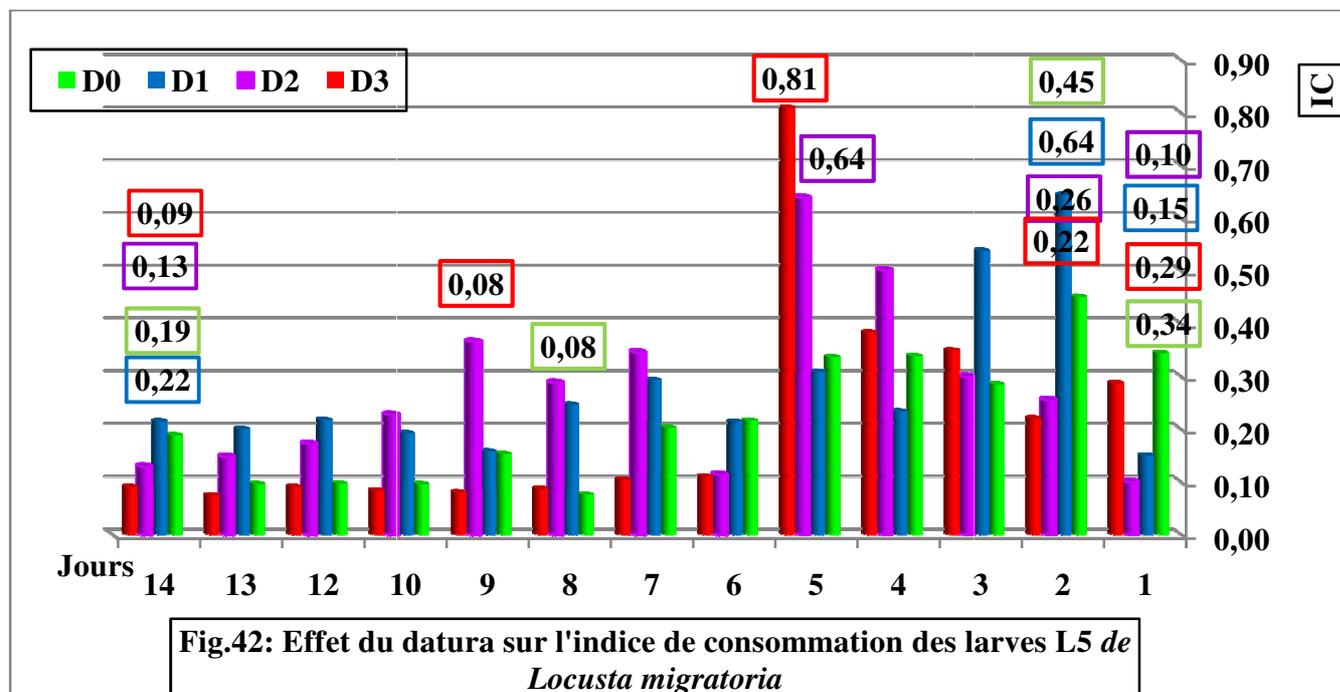
Tableau. 47 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
j5	0,072	A			
j7	0,067	A	B		
j9	0,065	A	B		
j6	0,064	A	B		
j2	0,058	A	B	C	
j4	0,052		B	C	D
j8	0,048			C	D
j3	0,042				D
j1	0,037				D

1.2.5.2. Effet sur les indices nutritionnels

a)- Indice de consommation

Le calcul de l'indice de consommation qui est le rapport du poids de la nourriture ingérée sur le poids moyen de l'insecte a révélé que les résultats les plus considérables sont ceux obtenus aux cinq premiers jours. Au début des observations, les témoins en enregistré la valeur la plus élevée avec 0,34. Cependant, chez les traités aux doses D1(5%), D2(10%) et D3(20%) ont résulté respectivement les valeurs de 0,15, 0,10 et 0,29. Après 24 heures, on a remarqué que ces valeurs se sont augmentées dans le lot des témoins à 0,45 et dans ceux des traités aux doses D1 et D2 successivement à 0,64 et à 0,26; mais à la dose D3 l'indice de consommation diminue d'avantage et n'enregistre une augmentation qu'au 3^{ème} jour pour atteindre une valeur très importante de 0,81 au 5^{ème} jour ; à partir de là l'indice régresse pour demeurer très faible à 0,08 jusqu'au dernier jour. En ce moment les témoins ont marqué un indice de consommation de 0,19 et les traités ont marqué suivant les doses D1, D2 et D3 des indices de 0,22, 0,13 et 0,09. (Fig.42).



↪ Analyse de la variance

Pour le facteur dose et le facteur temps, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative ($P_{ob} < 0,001$) pour la variable mesurée indice de consommation, ce qui signifie que les doses et le nombre de jour succédant le traitement agissent différemment sur les larves du cinquième stade de *L. migratoria* (Tab.48).

Tableau.48 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'IC des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,311	107	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,098	3	0,033	51,2	0		
VAR.FACTEUR 2	0,054	8	0,007	10,589	0		
VAR.INTER F1*2	0,112	24	0,005	7,317	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,046	72	0,001			0,025	26,51%

↪ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Pour la variable mesurée Indice de consommation, les doses testées ont été rangées dans trois groupes différents par le test NEWMAN et KEULS. Dans le groupe A se trouve la forte et la faible dose D3 et D1 les moyennes les plus élevées, dans le groupe B se situe la dose témoin D0 et dans le groupe est mise la dose D2 en marquant l'indice de consommation le plus faible (Tab.49).

Tableau. 49 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
d3	0,125	A		
d1	0,118	A		
d0	0,089		B	
d2	0,049			C

Les test NEWMAN et KEULS les jours selon les résultats qui leurs sont affiliés en deux groupes bien distinct : le groupe A renferme les joues 2 et 5 pendant lesquels sont engendrés les indices de consommation les plus élevés et le groupe D qui renferme le jour 8 qui désigne l'indice de consommation le plus bas, les autres groupes se partages plusieurs groupes qui chevauchent entre les groupes A, B, C et D. (Tab.49).

Tableau. 49 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
j2	0,135	A			
j5	0,12	A			
j4	0,114	A	B		
j6	0,094		B	C	
j3	0,091		B	C	
j7	0,085			C	D
j1	0,083			C	D
j9	0,077			C	D
j8	0,058				D

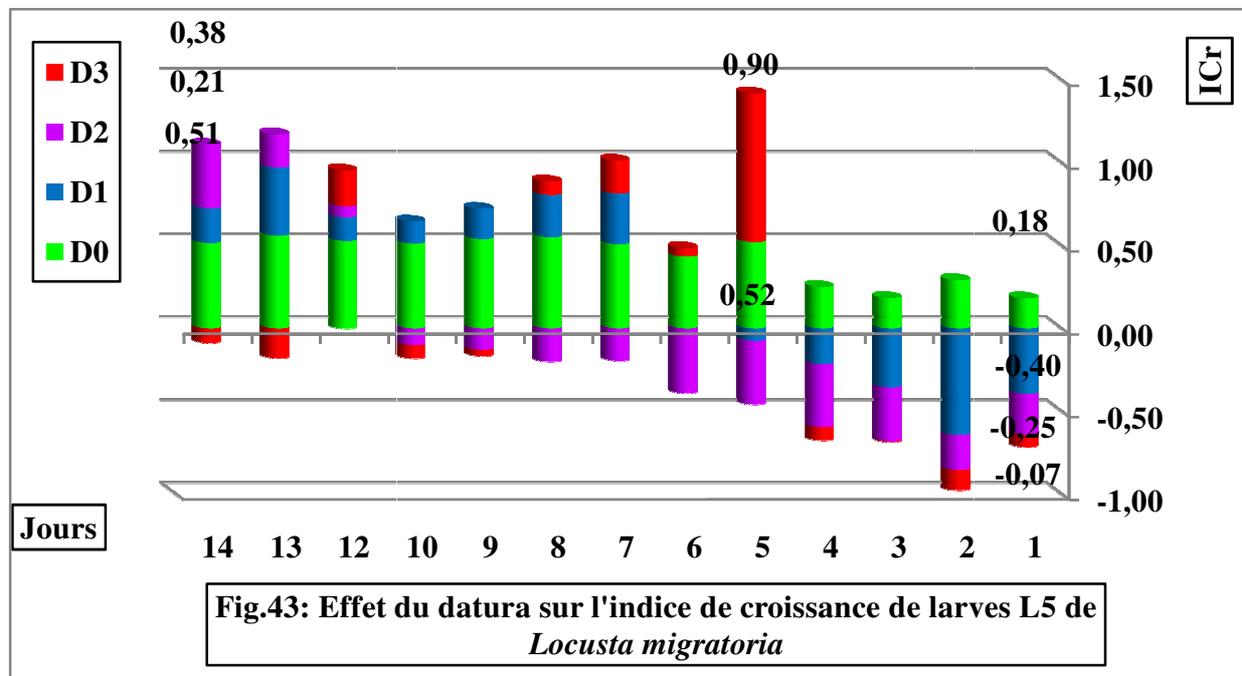
b)- Effet sur l'indice de croissance

Jusqu'au quatrième jour suivi, les larves du 5^{ème} stade de criquet migrateur traitées à la solution du datura, des données négatives et inversement proportionnelles aux doses testées ont été induites. Au 5^{ème} jour la plus forte dose a indiqué le plus important rapport de gain de poids sur le poids moyen de l'insecte qui est de 0,90. Ce chiffre ne tarde pas à ce réduire pour s'annuler aux 9^{ème}, 10^{ème}, 13^{ème} et 14^{ème} jour. Quant à la dose D2 (10%) elle ne commence à enregistrer des valeurs positives qu'à partir du 12^{ème} jour et atteint son maximum de 0,38 au 14^{ème} jour. Les traités à la faible dose D1(5%) ont aussi obtenu des indices de croissance

Résultats

inferieurs à zéro entre le 1^{er} jour et le 6^{ème} jour pour remonter au-dessus de zéro au 7^{ème} jour ont désignant un indice de 0,21.(Fig.43)..

Concernant les non traités des valeurs positives ont été induites tout au long de cette étude, au 1^{er} jour l'indice de croissance est de 0,18 et au dernier jour d'observation il est de 0,51



↳ Analyse de la variance

La soumission des résultats à une analyse de la variance à deux facteurs doses et temps a indiqué des différences très hautement significatives (($P_{ob} < 0,001$) que l'indice de croissance est largement influencé par les différentes doses utilisées et que la variabilité de cette variable mesurée seffectue à travers le temps(Tab.50).

Tableau. 50.: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'ICr des larves L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4,049	107	0,038				
VAR.FACTEUR 1	1,982	3	0,661	304,006	0		
VAR.FACTEUR 2	1,223	8	0,153	70,346	0		
VAR.INTER F1*2	0,688	24	0,029	13,189	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,156	72	0,002			0,047	28,76%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Les doses influençant le paramètre indice de croissance sont regroupées dans quatre groupes bien divergents; le groupe A contenant la dose du témoins D0 avec l'indice de croissance le plus élevé, le groupe B ou est classée la forte dose D3, le groupe C dans lequel est mise la dose la plus faible et le groupe D qui inclus la dose D2. (Tab.51).

Tableau. 51:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	0,352	A			
d3	0,222		B		
d1	0,075			C	
d2	0				D

Trois groupes bien distincts sont désignés par le test NEWMAN et KEULS regroupant les jours de suivi. Les moyennes d' ICr les plus élevées sont celles obtenues durant les jours 8, 9 et 7 ces jours sont réunis dans le groupe A, les jours 6 et 5 sont placés dans le groupe B, les indice de croissance les plus bas sont induits durant les jours 1, 2, 3 et 4 qui sont rangés dans le groupe C. (Tab.52).

Tableau.52 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
j8	0,307	A			
j9	0,295	A			
j7	0,28	A			
j6	0,186		B		
j5	0,18		B		
j2	0,064			C	
j4	0,059			C	
j3	0,049			C	
j1	0,038			C	

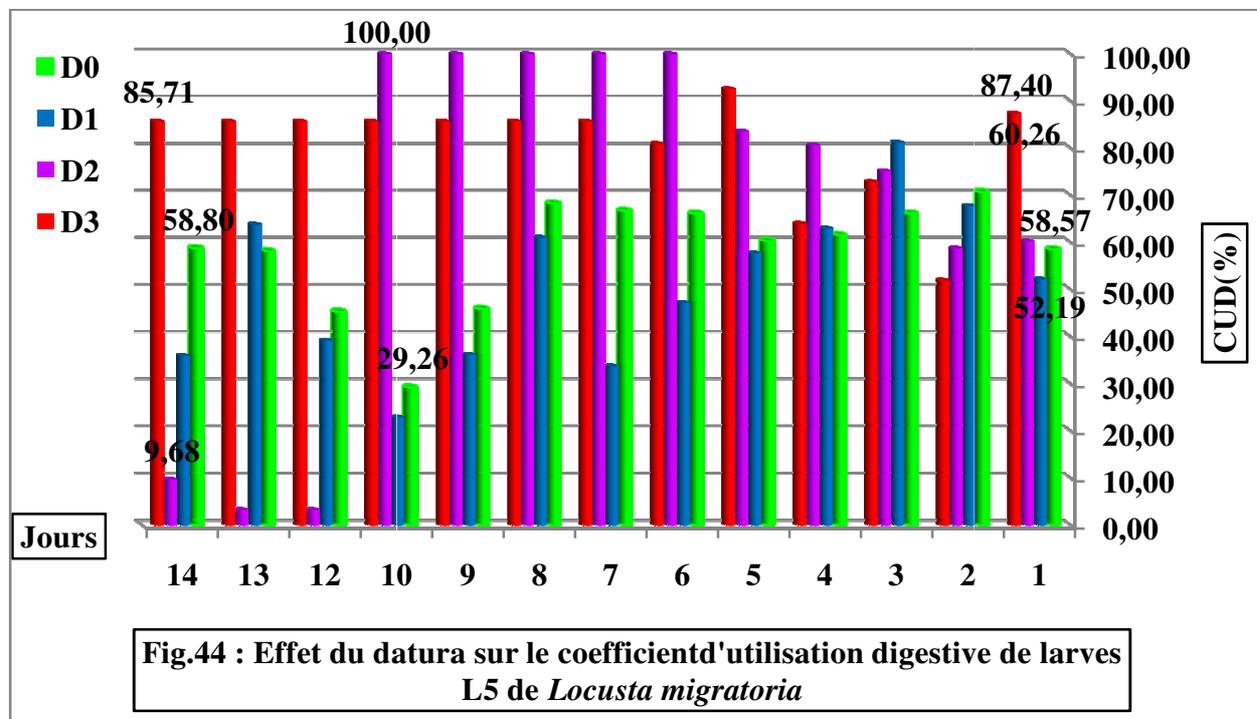
1.2.5.3. Effet sur le coefficient d'utilisation digestive

L'histogramme qui reflète les résultats obtenus pour le coefficient montre des fluctuations apparentes entre les traités et les témoins et entre les traités aux différentes doses doses testée.

Résultats

Au premier jour de cette étude, les témoins ont utilisé 58,57% de la nourriture ingérée, ce pourcentage reste plus en moins stable jusqu'au 9^{ème} jour ou on constate une réduction du coefficient d'utilisation digestive, au 10^{ème} jour les non traités ont le CUD le moins important de 29,26%, aux 14^{ème} jour il remonte à 58,80% .

Les traités à l'extrait chlorophormique du datura aux doses D1 et D2 ont utilisé respectivement 52,19% et 60,26%. En revanche, les traités à la forte dose D3 ont utilisé le plus grand pourcentage de la nourriture ingérée soit 87,40%; en suite des variations sont signalées pour toutes les doses. A partir du 5^{ème} jour les CUD induits par les deux doses D2 et D3 se stabilise dans le même ordre à 85,71% jusqu'à la fin des observations et à 100% jusqu'au 10^{ème} jour, ce dernier se réduit remarquablement aux trois derniers jours de suivi et marque 9,68% .(Fig.44).



↳ Analyse de la variance

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence significative au seuil de(0,001) pour le facteur dose ce qui indique que les doses testées ont provoqué des réactions bien distinctes sur les larves de cinquième stade de *Locusta migratoria* . Cependant, une différence non significative a été mise en évidence pour le facteur temps indiquant son non influence sur la variable mesurée CUD. (Tab.53).

Tableau. 53: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le CUD des L5 de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	38436,38	107	359,219				
VAR.FACTEUR 1	8399,766	3	2799,922	19,591	0		
VAR.FACTEUR 2	4705,113	8	588,139	4,115	0,00047		
VAR.INTER F1*2	15041,51	24	626,73	4,385	0		
VAR.RESIDUELLE 1	10290	72	142,917			11,955	16,20%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test NEWMAN et KEULS a partagé les doses testées en deux groupes bien divergents, le groupe A qui inclus les doses D2 (10%) et D3 (20%) avec les CUD les plus élevés et le groupe B qui abrite les doses D1(5%) et D0(témoins). (Tab.54).

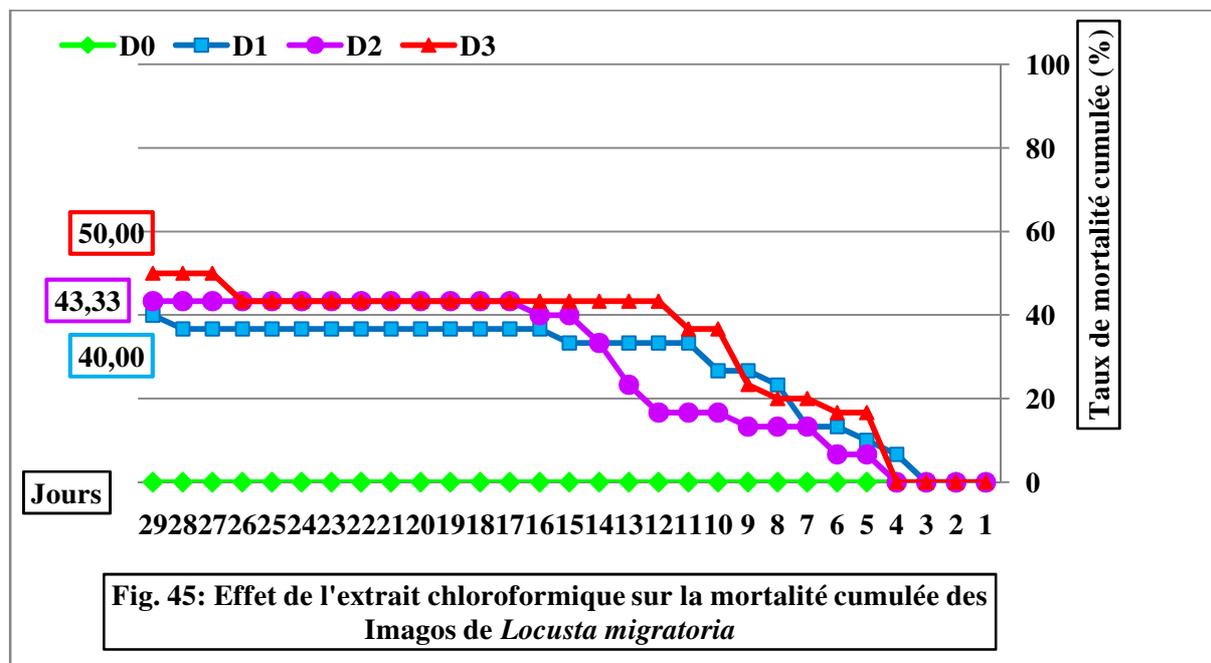
Tableau. 54 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
d3	84,131	A	
d2	80,46	A	
d1	67,948		B
d0	62,585		B

1.3. Effet de l'extrait du datura sur les imagos de *Locusta migratoria*

1.3.1. Effet sur la mortalité

La pulvérisation de l'extrait du datura sur les imagos du criquet migrateur aux doses D1(5%) et D2(10%) a provoqué un taux de mortalité de 6,67% respectivement au J3 et J4 et à la dose D3(20%) 16,67% d'individus ont retrouvé la mort au J4. Tout au long du mois de suivi les mortalités surviennent lentement pour atteindre respectivement au dernier jour du mois des mortalités de 40%, 43,33% et 50% dont la majorité sont des mâles, aux doses D1 et D2 et D3 qui ont une action analogue à quelque différences près comme le montre les courbes qui leurs sont destinées. Cependant le taux de mortalité chez les non traités est nul. (Fig.45).



↳ Analyse de la variance

Pour les résultats obtenus dans l'étude du taux de mortalité des imagos traités, une différence très hautement significative ($P_{ob} < 0,001$) a été mise en évidence par l'analyse de la variance ce qui traduit qu'en augmentant les doses utilisées et en avançant dans le temps la variable mesurée varie. (Tab.55).

Tableau. 55: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur la mortalité des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	45151,52	131	344,668				
VAR.FACTEUR 1	16557,58	3	5519,194	81,858	0		
VAR.FACTEUR 2	15868,19	10	1586,819	23535	0		
VAR.INTER F1*2	6792,416	30	226,414	3,358	0,0000		
VAR.RESIDUELLE1	5933,332	88	67,424			8,211	42,34%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Le test NEWMAN et KEUL rangé les doses utilisées les doses testées sur le paramètre taux de mortalité des juvénile de criquet migrateur ont montré une action similaire entre les doses D1, D2 et D3 de ce fait elles rassemblé dans le groupe A. quant à la dose D0 de témoin, elle n'a produit aucune mortalité chez les imagos, elle placée seule dans le groupe B. (Tab.56).

Tableau. 56 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
d1	26,061	A	
d2	26,061	A	
d3	25,455	A	
d0	0		B

Les jours des essais qui sont choisis pour les soumettre à une analyse de la variance, le test de NEWMANE et KEULS ont montré leur appartenance à quatre groupes parfaitement différents; le dernier jours d'observation le jour 29 est placé dans le groupe A, qui se caractérise par les moyennes la plus importantes, les jours 17, 20, 23 et 14 sont rangés dans le groupe chevauchant entre le groupes A et B; les jours 11 et 8 se chevauchent entre le groupe B, C et D; le groupe D contient le jour 5 et dans le dernier groupe caractérisé par la faible moyenne se trouvent les jours 1 et 2. (Tab.57).

Tableau.57 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
j29	30,833	A				
j17	28,333	A	B			
j20	28,333	A	B			
j23	28,333	A	B			
j26	28,333	A	B			
j14	25	A	B			
j11	20		B	C		
j8	14,167			C	D	
j5	8,333				D	
j2	1,667					E
j1	0					E

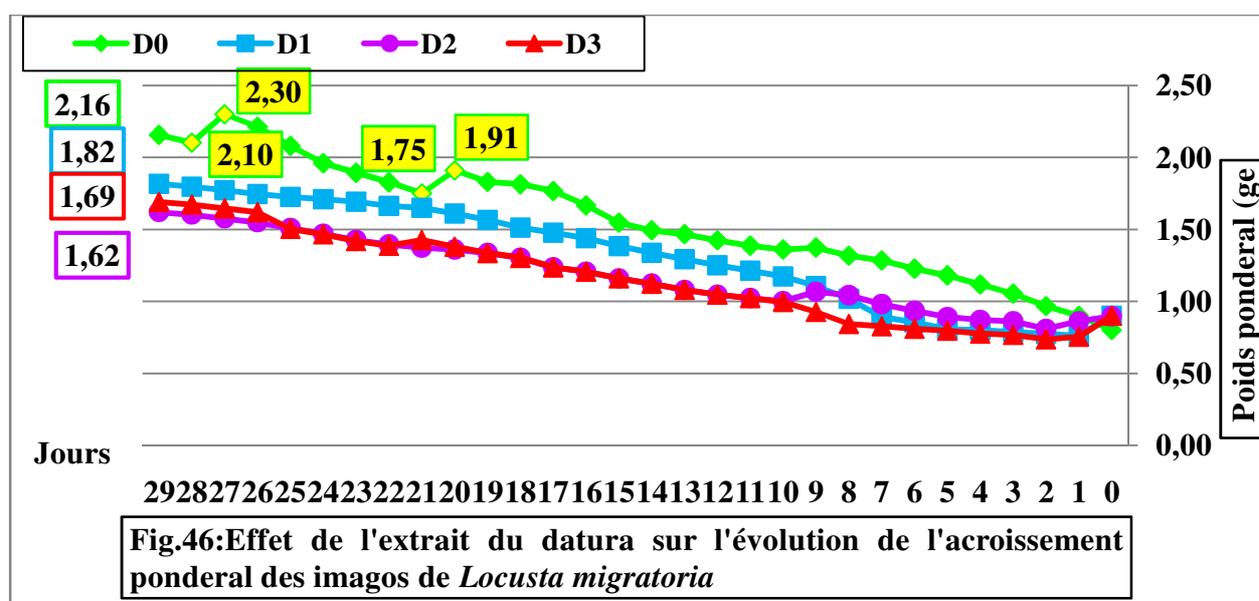
1.3.3. Effet sur l'évolution de l'accroissement pondéral

Les courbes d'accroissement pondéral des imagos traitées avec l'extrait du datura présentent une certaine similitude des tracées de courbe des trois doses qui se distingue nettement du témoin ; quoique les traités avec les deux doses D 2 et D3 présente un écart plus important avec le témoin; que celui présenté par la dose D1.

Après 24 heure qui ont suivi la pulvérisation des imagos par l'extrait chloroformique aux doses D1, D2 et D3, le poids moyen est passé de 0,90g à respectivement, 0,76g 0,86 g et à 0,75 g. Cependant celui des non traités est passé de 0,80 g à 0,90g.

Au 15^{ème} jour, un poids de 1,18 g est atteint avec la dose D1 (5%) et un poids de 1,16 g avec les deux doses D2 (10%) et D3 (20%), au moment où les témoins ont marqué le poids le plus élevé et qui est de 1,55g. (Fig.46).

Au bout de un moi de suivi, les imagos témoins ont pesé 2,16 g, alors que les traités aux doses D1, D2 et D3 ont pesé successivement, 1,82 g, 1,62g et 1,69 g



↳ Analyse de la variance

L'analyse de la variance à deux facteurs temps et dose ont exprimé des une déférence très hautement significative ($P_{ob} < 0,001$) indiquant que les résultats portant sur l'évolution pondéral divergent à traver le temps et suivant les concentrations utilisées. (Tab.58).

Tableau. 58: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'évolution pondéral des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	20,915	131	0,16				
VAR.FACTEUR 1	3,531	3	1,177	607,064	0		
VAR.FACTEUR 2	16,456	10	1,646	848,872	0		
VAR.INTER F1*2	0,758	30	0,025	13,027	0		
VAR.RESIDUELLE1	0,171	88	0,002			0,044	3,40%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS a partagé les différentes doses D0, D1, D2 et D3 entre quatre groupes bien distincts, la dose témoin D0 est classée dans le groupe A indiquant qu'elle a donnée des accroissements important par rapport aux autres doses, les D1D2D3 qui sont classées dans le même ordre dans les groupe B, C et D. (Tab.59).

Tableau. 59 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	1,562	A			
d1	1,295		B		
d2	1,177			C	
d3	1,148				D

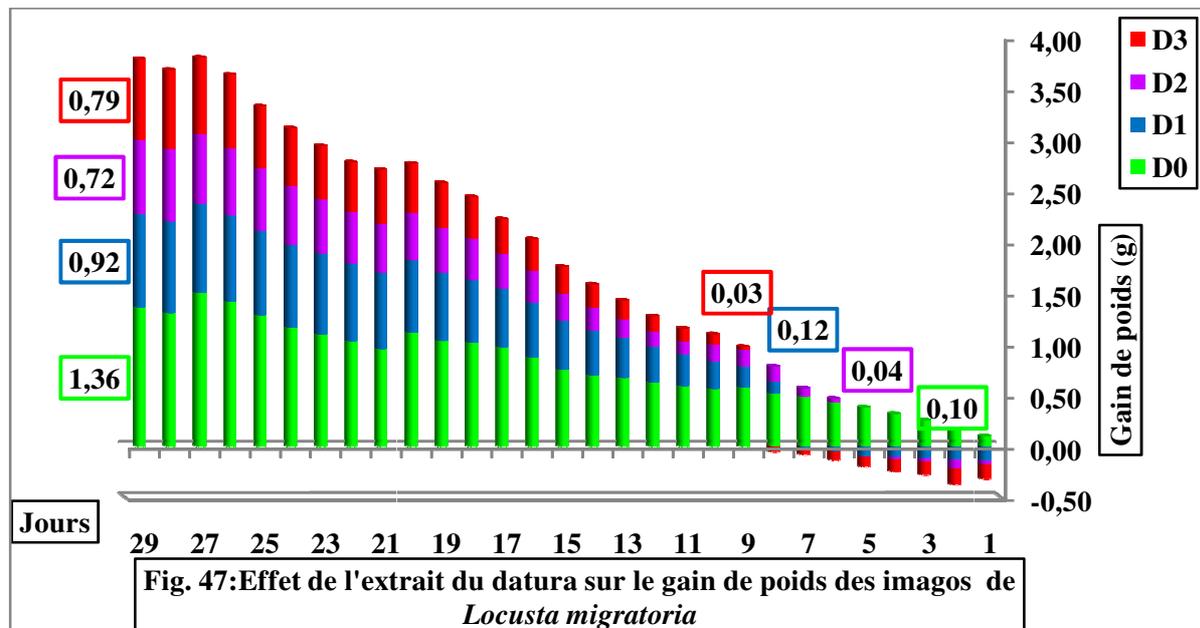
Le test de NEWMAN et KEULS a partagé les jours de suivi en 10 groupes bien distincts; le jour 29 ou les pesées des Imagos ont données les poids les plus importants est classé dans le groupe A, les deux jours 1 et 2 ou le poids des individus a atteint des valeurs les plus réduites sont classés dans le groupe J. (Tab.60).

Tableau. 60 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES									
j29	1,821	A									
j26	1,782		B								
j23	1,608			C							
j20	1,565				D						
j17	1,429					E					
j14	1,269						F				
j11	1,162							G			
j8	1,055								H		
j5	0,919									I	
j2	0,822										J
j1	0,819										J

1.3.4.Effet sur le gain de poids

Une certaine uniformité a été constaté par rapport aux tracées des histogrammes consacré aux paramétré gain de poids pendant cette étude chez les témoins comme chez les traités. Suite au traitement des imagos de criquet migrateur avec 6 ml des solutions préparées à partir de l'extrait chloroformique du *Datura innoxia* à différentes concentrations une réduction de poids commence au 1^{er} jour et dure jusqu'au 7^{ème} jour pour la dose D1, jusqu' aux 6^{ème} jour pour la dose D2 et jusqu'au 9^{ème} jour pour la dose D3, pendant les quelle de légères augmentation ont été senties; à partir de là, le gain de poids progresse à des fréquences différentes suivant les doses , pour atteindre à la fin du mois 0,79g pour la dose D3(20%), 0,72 g pour la dose D2(10%), et 0,92 g pour la dose D1(5%). Un gain de poids de 1,36 g a été comptabilisé chez les imagos non traités. .(Fig.47).



↳ **Analyse de la variance**

Une différence très hautement significative ($P_{ob} < 0,001$) est démontrée par l'analyse de variance des résultats obtenus pour la variable mesurée gain de poids chez les individus traités et non traités de *L. migratoria*, ces résultats diffèrent en fonction du temps et en fonction de la dose utilisée. (Tab.61).

Tableau.61 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le gain de poids des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	20,744	131	0,158				
VAR.FACTEUR 1	5,801	3	1,934	138,231	0		
VAR.FACTEUR 2	12,448	10	1,245	88,986	0		
VAR.INTER F1*2	1,263	30	0,042	3,01	0,00003		
VAR.RESIDUELLE1	1,231	88	0,014			0,118	27,89%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

D'après le test de NEWMAN et KEULS, les doses D0(témoin), D1(5%), D2(10%) et D3(20%) sont respectivement réparties en quatre groupes bien distincts, A, B, C et D, cette répartition montre que les doses les plus faibles ont induit les gains de poids les plus élevés (Tab.62).

Tableau.62 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	0,762	A			
d1	0,428		B		
d2	0,292			C	
d3	0,214				D

L'analyse de la variance a mis en évidence que les gains de poids des individus manipulés sont fortement influencés en fonction du nombre de jours passés après la pulvérisation de l'extrait du datura, le test de NEWMAN et KEULS a partagé ses jours selon leurs degrés d'influence en 6 groupes bien distincts A, B, C, D, E et F, dans les jours 29 et 26 les individus ont réalisé les gains de poids les plus importants, ils sont donc classés dans le groupe A, par contre ceux qui ont gagné le moins de poids sont classés dans le groupe F. (Tab.63).

Tableau. 63:Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES					
j29	0,886	A					
j26	0,866	A					
j23	0,703		B				
j20	0,656		B				
j17	0,532			C			
j14	0,378				D		
j11	0,282				D	E	
j8	0,197					E	
j5	0,098						F
j2	0,042						F
j1	0,025						F

1.3.5. Effet sur l'activité alimentaire

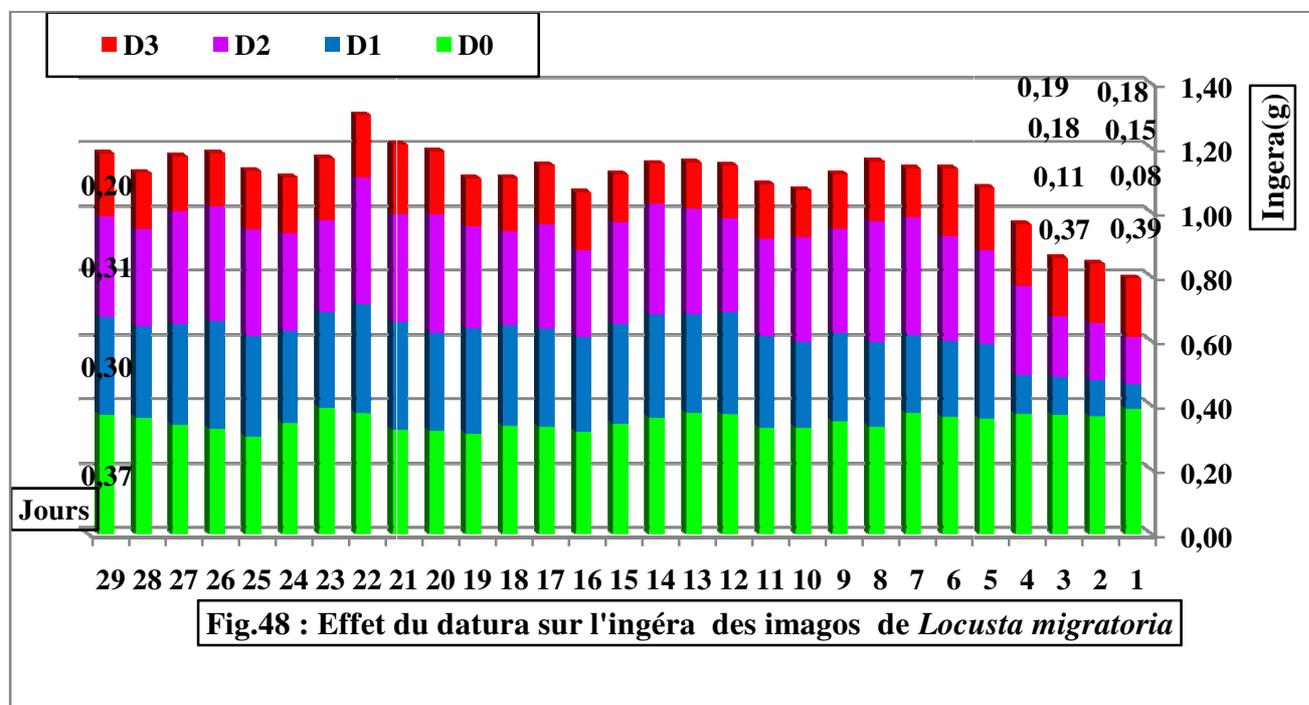
1.3.5.1. Effet sur l'Ingéra et l'Egesta

Pendant le mois du suivi, l'accroissement pondérale des ingéras des ailés de *L. migratoria*, s'est révélé beaucoup plus important chez les témoins que chez les individus traités; les histogrammes qui leur sont destinés montrent une grande stabilité dans les valeurs enregistrées au quotidien;

Résultats

Au premier jour des observations chez les témoins, chaque imago a consommé une moyenne de 0,39 g de la nourriture donnée et a excrété 0,19 g de fèces, des quantités nettement supérieures aux celles marquées chez les traités à l'extrait du datura. La quantité de nourriture traitée ingérée à la dose D1 est de 0,08 g, à la dose D2 est de 0,15 g et à la dose D3 elle est de 0,18 g. Tandis que les quantités excrétées sont dans le même ordre 0,05 g, 0,10 g et 0,08 g.

Le poids de la nourriture consommée au cours de l'expérimentation est resté moyennement stable pour les témoins ; cependant pour les traités on a observé une augmentation progressive des quantités ingérées durant la première semaine qui suit le traitement ; au dernier jour les quantités ingérées sont évaluées pour les non traités à 0,37 g ; pour les traités, elle est de 0,30 g à la dose D1, de 0,31 g à la D2 et elle est de 0,20 g à la D3. Les fèces rejetées par les individus témoins pèsent 0,19 et celles des traités sont estimées pour la faible dose et la moyenne dose à 0,15 g et à la forte dose à 0,08 g. (Fig.48). (Fig.49).



Analyse de la variance

Des Différences significatives au seuil de 0,001 ont été démontrées par le test de NEWMAN et KEULS pour la variable mesurée Ingera concernant les deux facteurs pris en considération dose et temps ce qui implique l'influence très importantes de ces deux facteurs sur les quantités ingérées par les individus traités par les différentes concentrations et à travers le temps. (Tab.64).

Résultats

Tableau. 64: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'Ingéra des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,094	131	0,008				
VAR.FACTEUR 1	0,528	3	0,176	104,36	0		
VAR.FACTEUR 2	0,146	10	0,015	8,666	0		
VAR.INTER F1*2	0,272	30	0,009	5,37	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,148	88	0,002			0,041	15,08%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Quatre groupes déférents A, B, C et D sont obtenus par le partage des quatre doses testées sur les individus de criquet migrateur D0, D1, D2 et D3 par le test de NEWMAN et KEULS. Dans le groupe A on trouve la dose D0 (témoins) dont les quantités de nourriture consommées par les individus est la plus importante et dans le groupe C on trouve la forte doses D3 (20%) qui a réduit les quantités ingérées par les individus traités. (Tab.65).

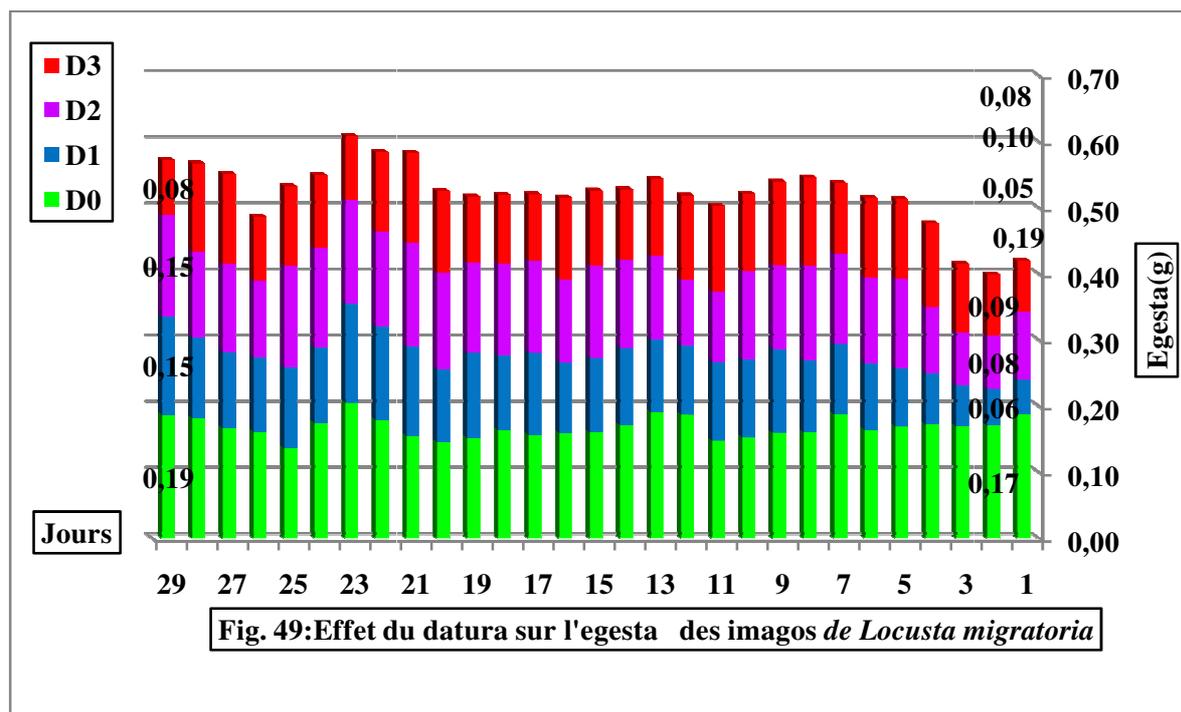
Tableau. 65.:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	0,353	A			
d2	0,299		B		
d1	0,258			C	
d3	0,18				D

Le test des NEWMAN et KEULS a répartie tous les jours de suivi des imagos de criquet migrateur on deux groupes bien différents, le jour 1 et le jour 2 sont classés dans le groupe B avec les moyennes les plus faibles, et dans le groupe A tous les autres jours sont rassemblés indiquant que pendant ces jours les quantités mangées par les individus traités sont presque identiques. (Tab.66).

Tableau. 66 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
j20	0,297	A	
j26	0,296	A	
j29	0,296	A	
j23	0,292	A	
j8	0,29	A	
j14	0,288	A	
j17	0,287	A	
j11	0,272	A	
j5	0,269	A	
j2	0,21		B
j1	0,199		B



↳ **Analyse de la variance**

Pour le paramètre mesuré Egesta l'analyse de la variance a révélé des différences significatives au seuil de (0,001) pour les deux facteurs dose et temps, cela montre que les quantités de fèces excrétées par les imagos de *Locusta migratoria* traités aux différentes concentrations D0, D1, D2 et D3 divergent considérablement et que le facteur temps influence ces egesta. (Tab.67).

Tableau. 67: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'Egesta des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,22	131	0,002				
VAR.FACTEUR 1	0,087	3	0,029	39,274	0		
VAR.FACTEUR 2	0,027	10	0,003	3,726	0,00036		
VAR.INTER F1*2	0,041	30	0,001	1,865	0,01327		
VAR.RESIDUELLE 1	0,065	88	0,001			0,027	21,20%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS a classé les doses testées en trois groupes différents A, B et C. La doses D0 qui a induit l'egesta le plus important est classée dans le groupe A, suivi par la moyenne induite par la dose D2 qui est classées dans le groupe B et dans le groupe C sont mises les doses D1 et D2 avec les plus basse moyennes. (Tab.68).

Tableau. 68 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
d0	0,169	A		
d2	0,129		B	
d1	0,108			C
d3	0,105			C

Deux groupe de jours sont bien distingués par les le test de NEWMAN et KEULS, le groupe A avec les jours 23 et 29 qui durant lequel les individus ont excrété le plus de fèces et le groupe C ce situ le jour 2 avec l'excrétion de la quantité la plus petite de fèces, les autres jours se chevauchent entre les groupes A, B et C. (Tab.69).

Tableau. 69 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES		
j23	0,152	A		
j29	0,143	A		
j8	0,137	A	B	
j14	0,132	A	B	C
j20	0,131	A	B	C
j17	0,13	A	B	C
j5	0,128	A	B	C
j11	0,126	A	B	C
j26	0,122	A	B	C
j1	0,105		B	C
j2	0,1			C

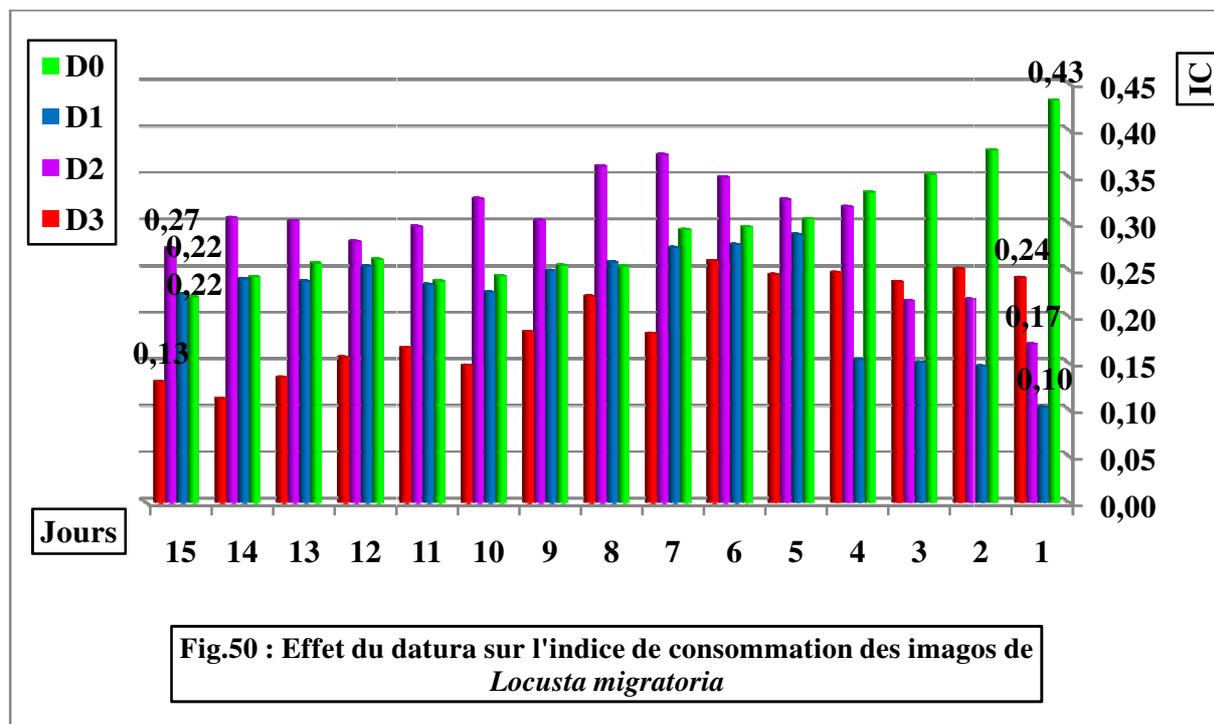
1.3.5.2. Effet sur les indices nutritionnels

a)- Indice de consommation

48 heures après leur émergence, les imagos témoins affichent un indice de consommation estimé à 0,43, dans les jours qui suivront cet indice diminue progressivement et atteint au dernier jour des observations une valeur de 0,22.

Durant les trois jours qui suivront le traitement des individus pulvérisés à l'extrait du *Datura innoxia* des indices de consommation moins importants que ceux obtenus par les témoins sont obtenus et les valeurs sont d'autant plus importantes que la dose testée soit plus élevée.

Au premier jour de traitement à la dose D1 (5%) le rapport du poids de la nourriture ingérée sur le poids moyen de l'imago est le plus faible de tous ceux enregistrés au cours de ces observations, il est estimé à 0,10, à la dose D2 (10%) il est de 0,17 et à la dose D3 (20%) il est de 0,24. Les fluctuations des résultats des IC par les doses testés sont constatées dans les jours qui suivent avec une nette marge d'écart marquée par la dose D2. Au 15^{ème} jour les calculs ont révélés pour les témoins et les traités à la dose D1 un IC de 0,22; aux doses D2 et D3 ont révélées respectivement des IC de 0,27 et 0,13. (Fig.50).



↳ **Analyse de la variance**

Pour les imagos de *L. migratoria*, l'analyse de la variance a révélé des différences très hautement significatives ($Prob < 0,001$) pour les deux facteurs, car cette différence explique que les variabilités des concentrations utilisées et le nombre de jours passés font varier les indices de consommation chez les individus de l'expérimentation. (Tab.70)

Tableau.70 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'IC des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,723	131	0,044				
VAR.FACTEUR 1	1,572	3	0,524	93,712	0		
VAR.FACTEUR 2	3,45	10	0,345	61,675	0		
VAR.INTER F1*2	0,209	30	0,007	1,244	0,21514		
VAR.RESIDUELLE 1	0,492	88	0,006			0,075	27,91%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS a classé les quatre doses utilisées en quatre groupes différents A, B, C et D ; qui referment respectivement les doses D0, D1, D2 et D3 par ordre décroissant des moyennes d'indice de consommation calculés, (Tab.71).

Tableau. 71 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	0,441	A			
d1	0,271		B		
d2	0,211			C	
d3	0,148				D

Concernant le facteur jour, Le test de NEWMAN et KEULS a rangé les jours désignés en cinq groupes distincts A, B, C, D et E. Les jours 29 et 26 ou on a signalé les plus hauts indice de consommation sont compris dans le groupe A. Les jours 1,2 et 5 qui marquent les indices de consommation les plus bas sont rassemblés dans le groupe E. (Tab.72).

Tableau. 72:Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
j29	0,476	A				
j26	0,469	A				
j23	0,422	A	B			
j20	0,402	A	B			
j17	0,352		B			
j14	0,283			C		
j11	0,226			C		
j8	0,163				D	
j5	0,084					E
j2	0,043					E
j1	0,028					E

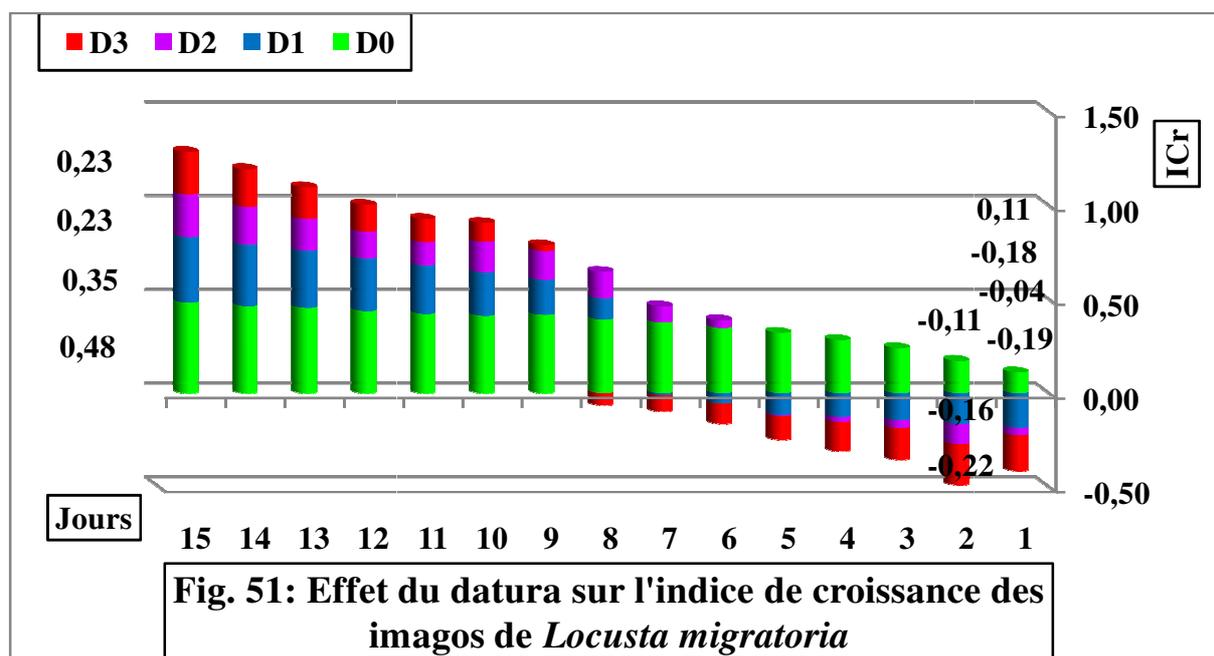
b)- Indice de croissance ICr

Les imagos témoin et traités sous les conditions contrôlés de laboratoire ont montré une corrélation visible dans l'évolution des indices de croissance en fonction du temps

Au premier jour les imagos témoins ont consigné le ICr le plus important évalué à 0,11; cette indice ne cesse d'augmenter qu'au bout de neuf jours ou il se stabilise à 0,48 jusqu'au 15^{ème} jour. Les doses D1, D2 et D3 testées sur les imagos âgés de 24 heures ont induit respectivement des ICr de (-0,04), (-0,18) et (-0,19) au 1^{er} jour, (-0,11) , (-0,16) et (-0,22° au

Résultats

2^{ème} jours , les valeurs s'accroît pour mentionné 0,35 avec la dose D1 et 0,23 pour les deux autres doses D2 et D3. .(Fig.(51).



↳ Analyse de la variance

L'analyse de la variance a révélé des différences significative au seuil de(0,001) pour le facteur dose et le facteur jour, donc les traitements aux différentes doses n'agissent pas de la même manière sur l'ICr des imagos de *L. migratoria* et que du' un jour à l'autre ces indices fluctues(Tab.73).

Tableau. 73: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur l'ICr des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,723	131	0,044				
VAR.FACTEUR 1	1,572	3	0,524	93,712	0		
VAR.FACTEUR 2	3,45	10	0,345	61,675	0		
VAR.INTER F1*2	0,209	30	0,007	1,244	0,21514		
VAR.RESIDUELLE 1	0,492	88	0,006			0,075	27,91%

↳ Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %

Le test de NEWMAN et KEULS a montré l'existence de quatre groupes bien distingués, le groupe A qui contient la dose témoins D0 avec la moyenne la plus élevées le groupe B qui contient la doseD1 et le groupe C qui contient la dose D2 et le groupe C qui abrite la dose la

Résultats

plus forte D3 avec les moyennes l'ICr le plus réduit, donc d'après ce test les indices de croissance augmentent proportionnellement avec l'augmentation des doses utilisées (Tab.74).

Tableau. 74 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
d0	0,441	A			
d1	0,271		B		
d2	0,211			C	
d3	0,148				D

Pour le facteur temps le test de NEWMAN et KEULS a distingué cinq groupe à part, il montre que les jours 29et 26 sont les jours ou les imagos ont enregistré les indices de croissances les plus élevés, ils sont donc classé dans le groupe A, dans le groupe E sont classés les jours 1, 2 et 5 dont les indices de croissance calculés sont les plus réduits, (Tab.75).

Tableau. 75 :Classement des moyennes pour le facteur temps

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
j29	0,476	A				
j26	0,469	A				
j23	0,422	A	B			
j20	0,402	A	B			
j17	0,352		B			
j14	0,283			C		
j11	0,226			C		
j8	0,163				D	
j5	0,084					E
j2	0,043					E
j1	0,028					E

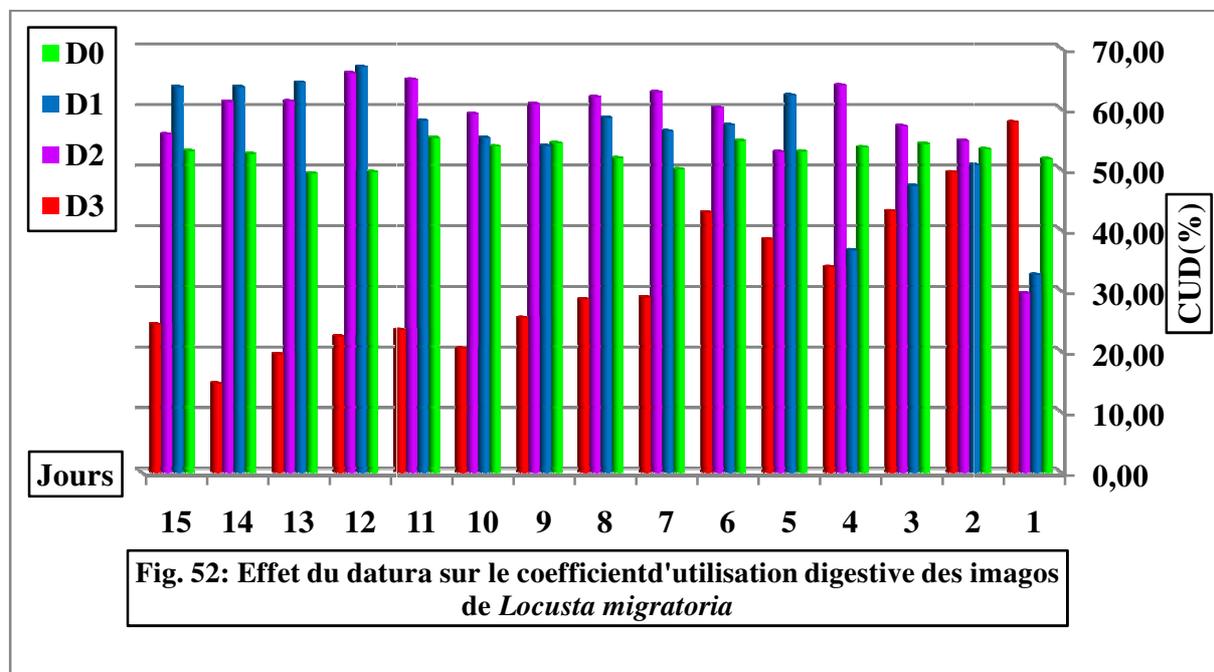
1.3.5.3. Effet sur le coefficient d'utilisation digestif

Le pourcentage du poids de la nourriture ingérée utilisée pour le métabolisme des criquets ont rapportés des résultats presque identique chez les criquet témoins tout au long des deux semaines de suivi allant de 51,72% au début des observations et à 53, 07 %à leur fin.

Résultats

AU premier jour, la plus forte dose D3 a noté le CUD le plus élevé avec 57,80%, les deux doses restants D1 et D2 ont obtenu des CUD proches avec respectivement 32,62% et 29,55%.

Au 15^{ème} jour les calculs effectués en rapporté à La plus forte dose D3 (20%) le CUD le moins important avec 24,44%, à la 1^{er} et la 2^{ème} dose les CUD Obtenus sont proches et sont estimé successivement à 53,07% et 55,79%..(Fig.52).



↳ Analyse de la variance

L'analyse de la variance a révélé des différences non significatives ($Prob > 0,05$) pour le facteur temps ; pour les facteurs dose, elle a manifesté des différences très hautement significatives ($Prob < 0,001$), donc le temps ne fait pas varier les CUD de criquet migrateur, tandis que les doses induisent des effets considérablement variants (Tab.76).

Tableau.76: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le CUD des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	27027,05	131	206,313				
VAR.FACTEUR 1	5889,684	3	1963,228	17,805	0		
VAR.FACTEUR 2	1691,035	10	169,104	1,534	0,14036		
VAR.INTER F1*2	9743,449	30	324,782	2,946	0,00005		
VAR.RESIDUELLE 1	9702,885	88	110,26			10,5	20,85%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Les quatre doses sont classées dans deux groupes bien distingués par le test de NEWMAN et KEULS, le groupe A auquel appartient la dose D0, D1 D2 avec Les indices de croissance les plus importants, cela montre que les doses D1 et D2 agissent de la même manière que la dose D0, la plus importante réduction de cet indice est celle engendrée par la dose D3 ainsi elle est classé seule dans le groupe B. (Tab.77).

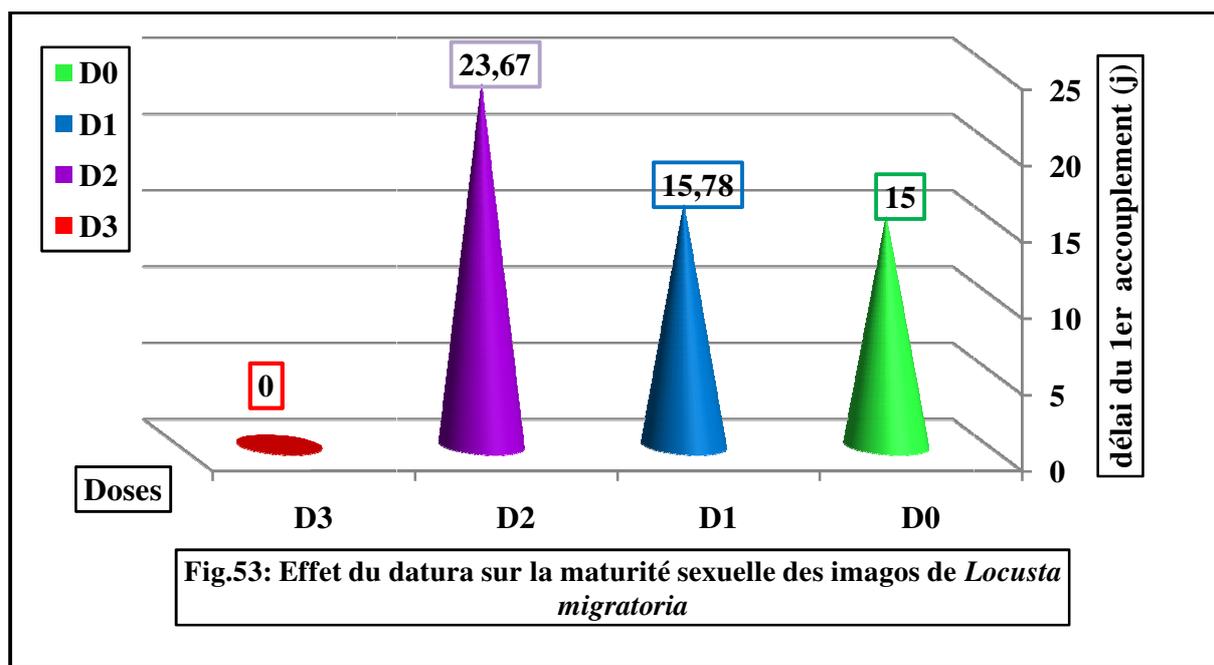
Tableau. 77:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES	
d1	55,448	A	
d2	54,706	A	
d0	52,367	A	
d3	38,973		B

1.3.6. Effet sur la reproduction des ailés de *Locusta migratoria*

1.3.6.1. Effet sur la maturité sexuelle

Pendant l’expérimentation, l’observation régulière des lots, nous a permis de constater que les premiers accouplements ont été effectués en moyenne pour les témoins au 15^{ème} jour après la mue imaginale ; chez les traités avec la solution du datura les accouplements ont débuté aux près du 16^{ème} jour pour la D1, au 23,67^{ème} jour pour la D2, quant aux lots traités avec la dose la plus élevée aucun accouplement n'a été constaté durant le mois de suivi.(Fig.53).



↳ **Analyse de la variance**

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence significative au seuil de(0,001) pour le facteur dose, ce qui indique que les doses testées ont provoqué des réactions bien distinctes sur les imagos de *Locusta migratoria* . Cependant, une différence non significative a été mise en évidence pour le facteur oothèque indiquant qu'il n'a pas influencé la variable mesurée délai du premier accouplement. (Tab.77).

Tableau. 77: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le délai du 1^{er} d'accouplement des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2702,556	35	77,216				
VAR.FACTEUR 1	2637	3	879	536,34	0		
VAR.FACTEUR 2	7,389	2	3,694	2,254	0,1249		
VAR.INTER F1*2	18,834	6	3,139	1,915	0,11891		
VAR.RESIDUELLE 1	39,333	24	1,639			1,28	9,41%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Le test de NEWMAN et KEULS a mis en évidence trois groupe bien district de doses, le groupe A qui est occupé par la dose D2(10%) avec le délai le plus long, dans le groupe B se trouve la dose D1(5%)avec la dose D0(témoin), leur appartenance au même groupe inique qu'elles ont eu le même effet sur ce paramètre, et la dose la plus forte qui est mise dans le groupe et qui ne s'est pas accouplée(Tab.78)..

Tableau. 78 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
D2	23,667	A		
D1	15,778		B	
D0	15		B	
D3	0			C

1.3.6.2. Effet sur le délai de la première ponte

Le calcul du délai de la première ponte chez les femelles de *Locusta migratoria* a révélé que les femelles témoins ont pondu après 20 jours de leur mue imaginale, soit cinq jours après leur premier accouplement. Les femelles traitées avec l'extrait du datura à la dose D1 (5%) ont pondu aux alentours de 22^{ème} jour, d'autre par les traitées à la dose D2 (10%) n'ont émis leur première oothèque qu'après 29 jour après la mue imaginale soit un retard de 9 jours par rapport aux témoins. Cependant avec la plus forte dose D3 (20%) aucune ponte n'a été comptabilisée. .(Fig.54).

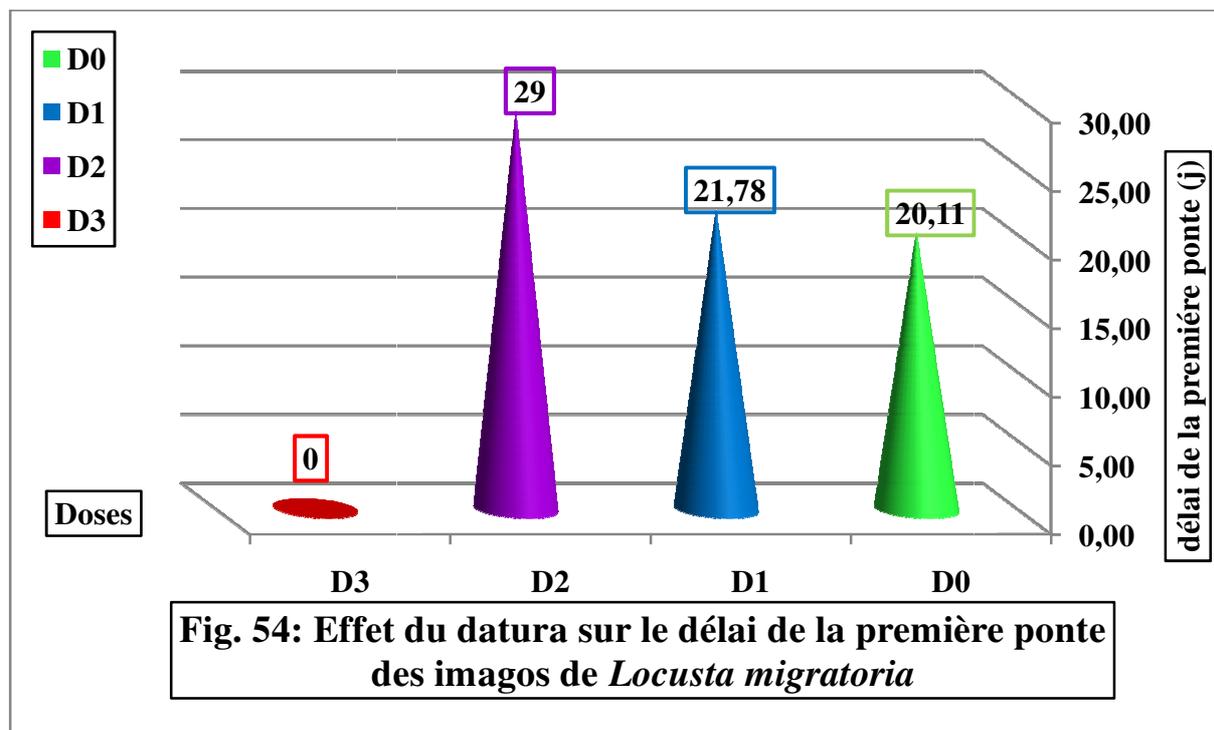


Fig. 54: Effet du datura sur le délai de la première ponte des imagos de *Locusta migratoria*

↳ **Analyse de la variance**

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé une différence significative au seuil de(0,001) pour le facteur dose, ce qui traduit que les doses testées ont induit des effets différents sur les adultes de *Locusta migratoria* . (Tab.79).

Tableau.79 : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le délai de la 1^{ère} ponte des adultes de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4241,222	35	121,178				
VAR.FACTEUR 1	4170,778	3	1390,259	676,34	0		
VAR.FACTEUR 2	5,056	2	2,528	1,23	0,31045		
VAR.INTER F1*2	16,055	6	2,676	1,302	0,29395		
VAR.RESIDUELLE 1	49,334	24	2,056			1,434	8,09%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

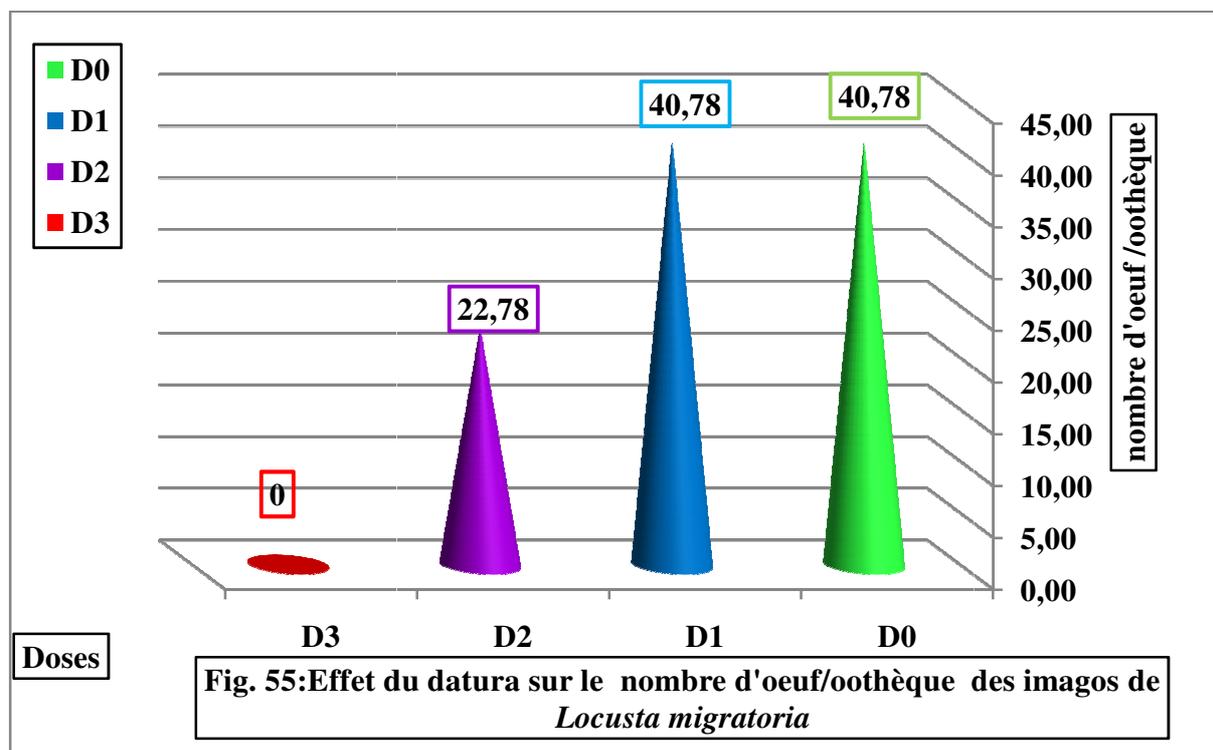
Le test NEWMAN et KEULS a placé chaque dose dans un groupe à part, la dose D2 a engendré le délai le plus long elle est placée dans le groupe A, la dose D1 est classée dans le groupe B, la dose D0 est mise dans le groupe C, et la dose qui établit le délai le plus bref est contenu dans le groupe D. (Tab.80).

Tableau. 80 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPEES HOMOGENES			
D2	29	A			
D1	21,778		B		
D0	20,111			C	
D3	0				D

1.3.6.3. Effet sur le nombre d'œuf/ oothèque

Les essais portés sur l'évaluation de la fertilité des femelles par le comptage du nombre d'œufs par oothèque, ont montré que sur les trois premières pontes, prises en considération pour chaque lot, le nombre d'œuf par oothèque est le même chez les témoins comme chez les traités à la dose D1, il est estimé en moyenne à 40, 78 œufs/oothèque, cependant ce nombre est réduit presque à sa moitié pour les femelles traitées avec la dose D2. Les femelles les femelles traitées avec la dose la plus élevée n'ont pas pondue d'oothèque.(Fig.55)..



↳ Analyse de la variance

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence significative au seuil de(0,001) pour le facteur dose, ce qui indique que les doses testées ont engendré des réactions bien distinctes sur les imagos de *Locusta migratoria*. Cependant, une différence non significative a été mise en évidence pour le facteur oothèque indiquant qu'il n'a pas influencé la variable mesurée nombre d'œuf/oothèque(Tab.81).

Tableau.81.: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le nombre d'œuf/oothèque des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10446,75	35	298,479				
VAR.FACTEUR 1	10108,08	3	3369,361	333,233	0		
VAR.FACTEUR 2	22,167	2	11,084	1,096	0,35145		
VAR.INTER F1*2	73,833	6	12,306	1,217	0,33192		
VAR.RESIDUELLE 1	242,667	24	10,111			3,18	12,19%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

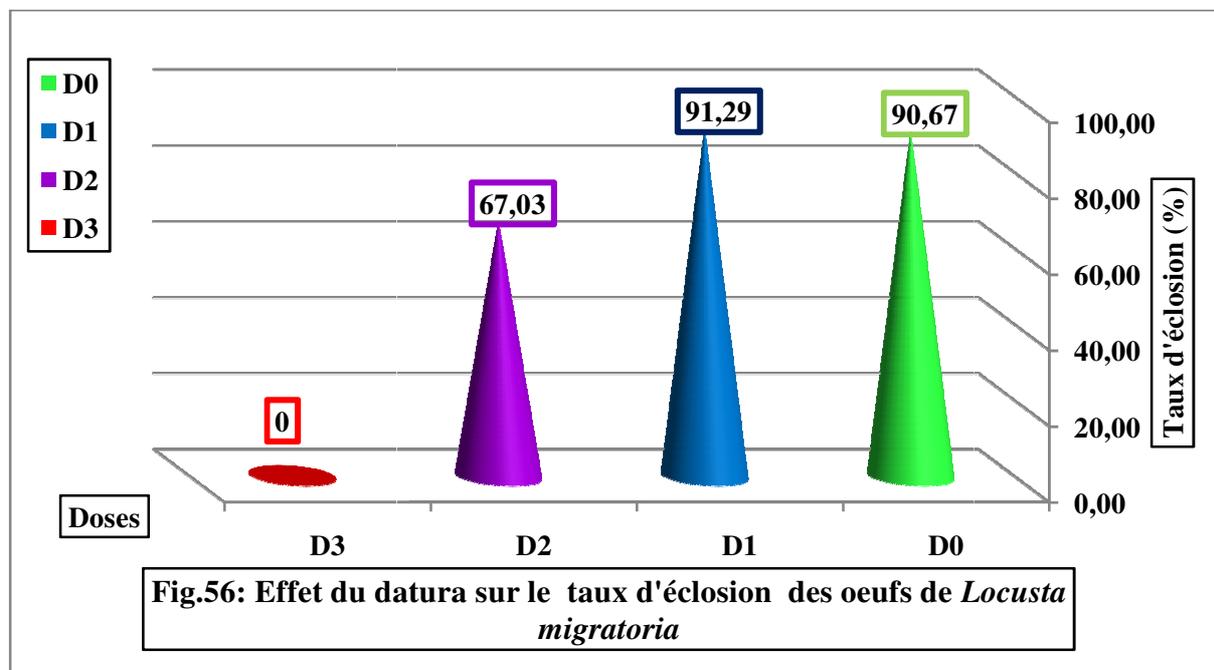
Le test NEWMAN et KEULS a réuni les deux doses D0 et D1 dans le même groupe pour indiquer leurs effet similaire sur la variable mesurée n'ombre d'œuf/oothèque, dans le groupe B est mise la dose D2 et dans le groupe Con trouve la dose D3(Tab.82)..

Tableau. 82 :Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
D0	40,778	A		
D1	40,778	A		
D2	22,778		B	
D3	0			C

1.3.6.4. Effet sur le taux d'éclosion

Après l'éclosion des œufs, le comptage des larves L1 et le comptage des œufs qui n'ont pas réussi leurs éclosion, a révélé que le taux d'éclosion entre les non traités et les traités avec la faible dose D1 ne différent pas tellement ; respectivement ils ont compté des taux d'éclosions de 90,67% et de 91,29 %. En revanche pour les oothèques issues des femelles traitées avec la dose D2 le taux d'éclosion s'est révélé moins important que ces derniers car 67% des œufs ont éclos soit une réduction de 25%. .(Fig.56).



↳ **Analyse de la variance**

Une différence très hautement significative est signalée par l'analyse de la variance pour le facteur dose, ce qui implique que les doses testées ont provoqué des effets divergents sur le taux d'éclosion des œufs de *Locusta migratoria* (Tab.83).

Tableau. :83 Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le taux d'éclosion des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	53706,05	35	1534,458				
VAR.FACTEUR 1	49939,69	3	16646,56	124,554	0		
VAR.FACTEUR 2	252,406	2	126,203	0,944	0,40521		
VAR.INTER F1*2	306,367	6	51,061	0,382	0,8834		
VAR.RESIDUELLE 1	3207,582	24	133,649			11,561	18,57%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Trois groupes de doses bien distinct sont mis en évidence par le test de NEWMAN et KEULS, le premier groupe A est constitué de des deux doses D1 et D0, le groupe B inclue la dose D2 et le groupe C qui contient la dose D3(Tab.84).

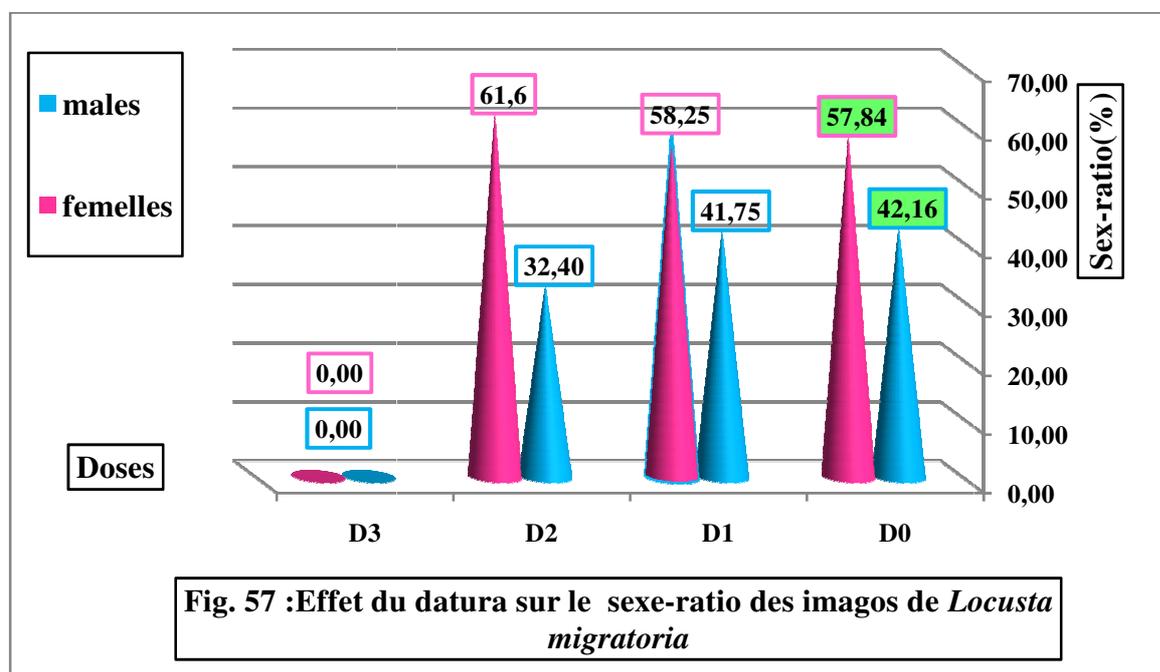
Tableau. 84:Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
D1	91,286	A		
D0	90,674	A		
D2	67,027		B	
D3	0			C

1.3.6.5. Effet sur le sexe-ratio

Après l'éclosion des œufs, les larves issues de la même oothèque sont récupérées et mises à part dans les mêmes conditions de l'élevage après quelque jours chaque larve est observé sous une loupe binoculaire à grossissement(GX4) pour observer l'extrémité abdominale et déterminer le sexe de la larve et ensuite calculé le rapport nombre des males obtenu sur le nombre des femelles.

Les résultats obtenu montre que les trois premières oothèques pondus par les femelles du lot témoins ont donné (42, 16%)de males ,un résultats très proche estimé à (41,75%) est enregistré pour les traités à la dose D1(5%), à la dose D2(10%) le pourcentage des males est réduit à (32,40%) en faveurs de celui des femelles, en revanche les femelles traitées avec la dose D3(20%) n'ont donné aucune oothèque. .(Fig.57).



Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence significative au seuil de(0,001) pour le facteur dose, ce qui indique que les doses testées ont provoqué des réactions bien distinctes sur le nombre des males par rapport au nombre des femelles lors de l'éclosion des œufs de *Locusta migratoria* . (Tab.84).

Tableau. 84: Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait sur le taux d'éclosion des imagos de *L. migratoria*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	12408,65	35	354,533				
VAR.FACTEUR 1	10694,48	3	3564,826	57,646	0		
VAR.FACTEUR 2	53,918	2	26,959	0,436	0,65672		
VAR.INTER F1*2	176,106	6	29,351	0,475	0,82134		
VAR.RESIDUELLE 1	1484,15	24	61,84			7,864	27,04%

↳ **Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %**

Les quatre doses testées sont réparties en trois groupes différents les doses D0 et D1 ont provoqué des effets analogues, elles sont rangées dans le groupe A avec les pourcentages les plus élevés, la dose D2 classée dans le groupe B et la dose D3 elle est mise dans le groupe B; (Tab.85).

Tableau. 85 : Classement des moyennes pour le facteur dose

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
D0	42,157	A		
D1	41,754	A		
D2	32,398		B	
D3	0			C

2.3.6.6. Effet sur le développement ovarien des femelles de *L. migratoria*

Le développement ovarien des femelles traitées et non traitées du criquet migrateur qui n'ont pas pondus a été vérifié au 25^{ème} jour après leur l'émergence. Les résultats obtenus par rapport à l'état des ovaires et à l'état du corps gras sont illustrés par les figures: 58, 59.

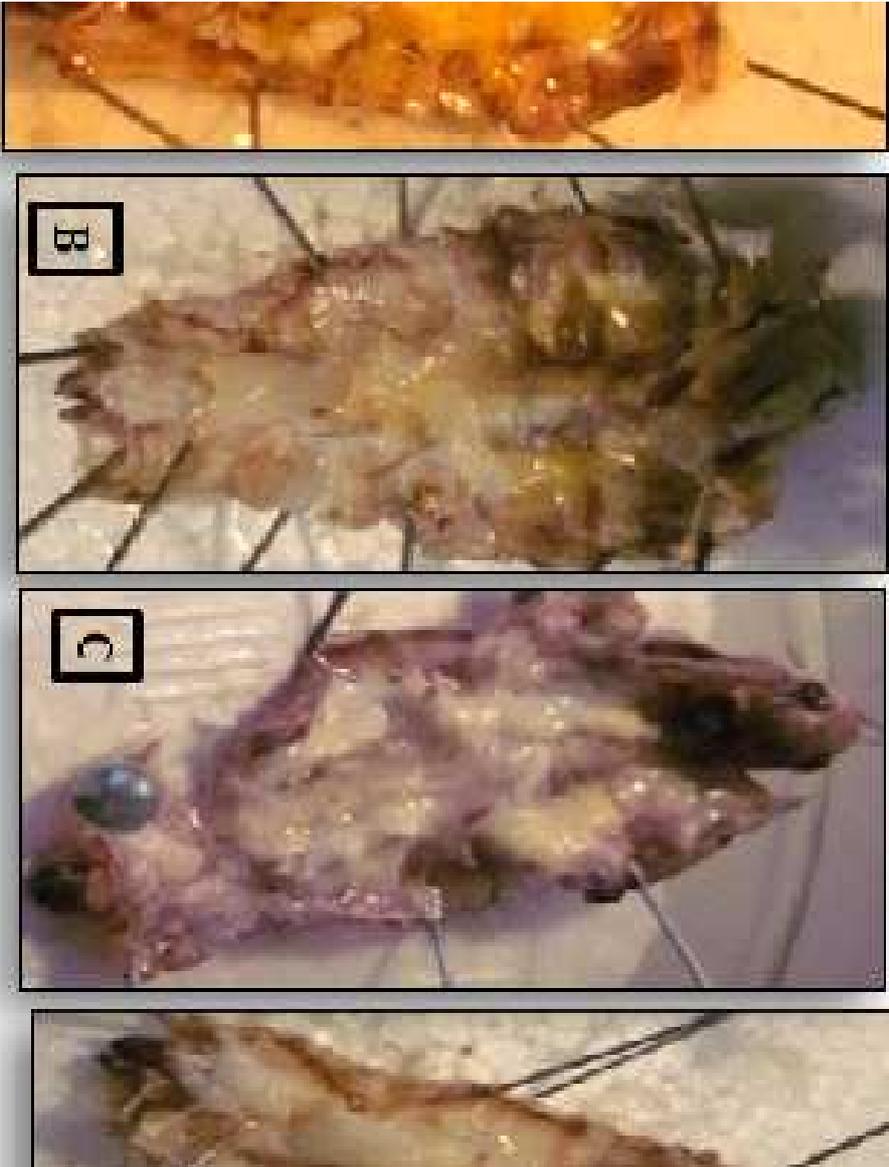
D'après les observations portées sur l'aspect du corps gras on a constaté que le traitement des femelles de *Locusta migratoria* avec des solutions préparées à base de l'extrait chlorophormique du *Datura innoxia* a réduit considérablement la part que constitue le corps gras dans leur poids corporel aux proportions typiques des femelles non traitées, cette portion s'amointrit de plus en plus en augmentant la dose testée de la solution(Fig.58).

On a constaté que le développement ovarien de ces femelles suit le même parcours du corps gras; car les femelles qui ont un corps gras bien épais ont des ovaires mieux développés(Fig.59).

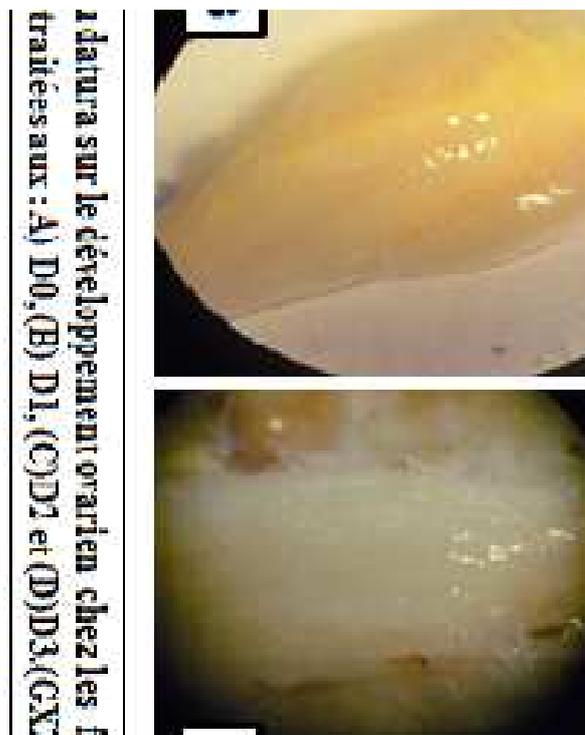
Les individus pulvérisés avec la dose D3 (20%) présentent des ovarioles est filiforme et grêle, les ovocytes qui la constituent sont translucides, témoignant que ces femelles sont au stade juvénile

La base de l'ovariole est légèrement colorée en un blanc opaque chez le femelles traitées à la dose D2 (10%). Il reflète les ovocytes du 1^{er} rang dont la couleur est différente des autres ovocytes qui ont gardé leur aspect et leur couleur juvéniles. On considère que ces femelles sont en stade prévitellogènèse.

Les femelles témoins et celles traitées avec la dose D1 (5%) présentent des ovarioles développées et colorées en jaune indiquant l'accumulation de réserves vitellines. Cette accumulation elles plus importantes chez les non traitées, cette accumulation témoigne que ces femelles sont en plein vitellogènèse.



et de l'extract du datura sur le corps gras des femelles de *Locusta migratoria* traitée
D0, (B) D1, (C)D2 et (D)D3.



4. Caractérisation des alcaloïdes contenus dans le résidu sec de l'extrait chloroformique du datura

4.1. La spectrométrie Infra-rouge

La spectrométrie Infra-rouge recouvre plusieurs méthodes d'identification et de dosage non destructives basées sur l'absorption (ou la réflexion) du rayonnement électromagnétique de longueur d'onde comprise entre (1 et 1000 μm) par l'échantillon analysé. La partie la plus riche en information et la plus accessible expérimentalement est celle du moyen infrarouge (2,5 – 25 μm). Les absorptions dans ce domaine constituent une signature des composés examinés et permettent de déduire des particularités de structure.

Le rayonnement électromagnétique dans le moyen Infra-rouge, interagit avec les niveaux d'énergie des molécules ; à la résonance, il provoque des transitions entre niveaux d'énergie vibrationnelle (et rotationnelle).

Chaque type de liaison constituant une molécule présente une absorption du rayonnement électromagnétique dans une bande de longueur d'onde relativement étroite. Cette absorption peut être légèrement modifiée par l'environnement de la liaison. A partir de là on peut déduire des informations sur la nature des liaisons chimiques présentes dans un composé.

La spectrométrie infrarouge est donc une méthode d'identification. Elle est aussi employée comme méthode de dosage lorsque l'analyse quantitative est possible.

La spectrométrie infrarouge conduit à un document graphique de base appelé spectre infrarouge. En ordonnée, on porte généralement la transmittance T , parfois l'absorbance A

Résultats

En général, en spectroscopie I.R. on représente

- en ordonnée la transmittance T (l'intensité transmise), comptée de 0 à 100%, par rapport à l'intensité du faisceau incident, au lieu de l'absorbance A (l'intensité absorbée).

$$A = \log (1/T)$$

- en abscisse on représente le nombre d'onde θ (cm-1)

Dans le domaine du moyen infrarouge, il est d'usage d'exprimer les longueurs d'ondes λ (cm) sous forme de nombres d'ondes θ (cm-1 ou kaysers). Longueur d'onde et nombre d'onde sont liés par la formule :

$$\theta \text{ (cm-1)} = 1/\lambda \text{ (cm)}$$

Sur le spectre Infra-rouge on distingue deux zones :

- Une première zone correspondant aux plus grandes valeurs de nombre d'ondes ($\theta > 1300$ cm-1) où apparaissent les bandes caractéristiques de certaines liaisons contenues dans la molécule étudiée (zone de fréquences des groupes).
- Une seconde zone pour laquelle le nombre d'ondes ($\theta < 1300$ cm-1), appelée « zone d'empreinte digitale » de la molécule et très difficile à interpréter.

4.2. Interprétation du spectre Infra-rouge

L'hyoscyamine n'est pas très stable, et se racémise facilement au cours de l'isolement pour conduire à l'atropine

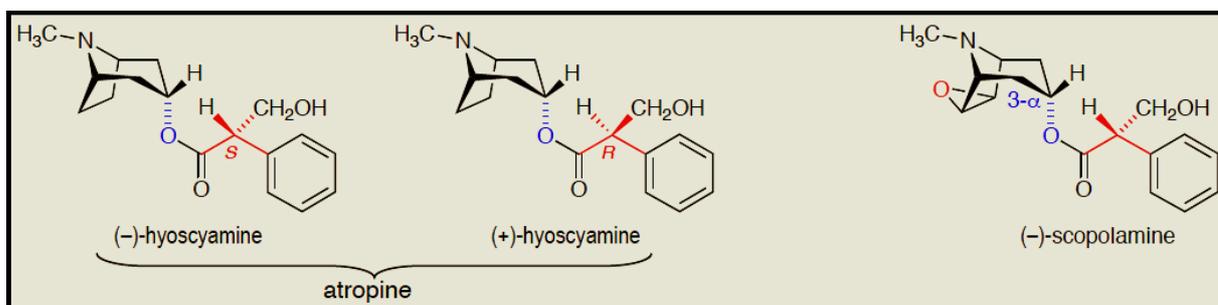


Fig. 60 : Représentation des alcaloïdes tropaniques

- **Rechercher la présence d'un groupe "Amine" (N-H et C-N)**

Les amines primaires et secondaires peuvent en général être distinguées car elles possèdent des spectres assez caractéristiques. Dans notre molécule c'est la fonction amine secondaire qui est mise en évidence par l'infra rouge

- **Rechercher la présence d'un groupe "Ester" (carbonyle + carboxyle)**

L'apparition d'une bande moyenne et large ayant un pic indiquant une longueur d'onde de (1641cm- 1) caractéristique de la liaison carbonyle (C=O) et une autre bande avec un pic de

Résultats

(1108 cm⁻¹) caractéristique de la liaison carboxyle (C-O) témoigne la présence du groupement Ester (O-C=O) dans la représentation chimique de la molécule analysée.

➤ **Rechercher la présence d'un groupe "Alcool" (hydroxyle + carboxyle)**

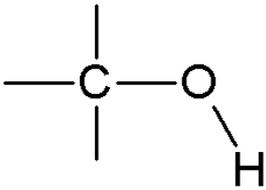
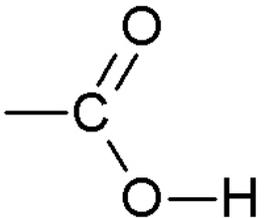
L'apparition d'une bande large et forte ayant un pic indiquant une longueur d'onde de (3473cm⁻¹) caractéristique de la liaison hydroxyle (O-H) avec la liaison déjà caractérisée de carboxyle (C-O) est une preuve de l'existence du groupement Alcool (C-O-H) au sein de la molécule analysée.

➤ **Rechercher la présence d'un "noyau aromatique" (C=C, C-C, C-H et C (trigonal)-H)**

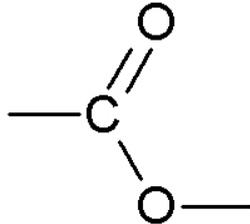
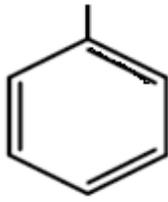
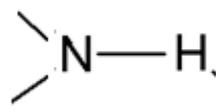
Les bandes caractéristiques des composés aromatiques sont difficiles à identifier car elles se situent dans des zones proches des bandes des chaînes carbonées saturées. Cependant on peut rapidement les identifier grâce à des bandes harmoniques (de nombre et de forme variables) entre (1478 cm⁻¹ et 1861cm⁻¹) et car elles sont dans une zone où peu de liaisons apparaissent. Leur forme et leur nombre donnent des indications sur le nombre de représentant portés par le cycle; et d'un autre côté la bande caractéristique la liaison aromatique C (trigonal)-H indiquant un pic de à une longueur d'onde de (619 cm⁻¹).

Au terme de cette interprétation, la spectroscopie infrarouge nous a permis de déterminer les groupes caractéristiques des alcaloïdes présents dans le *Datura innoxia*. Ce travail doit être compléter par la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN) : un moyen de déterminer la structure des molécules d'alcaloïdes responsables de la toxicité à l'égard de *Locusta migratoria*.

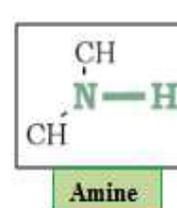
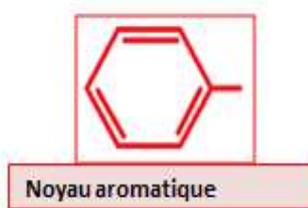
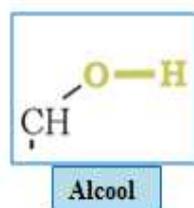
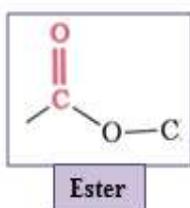
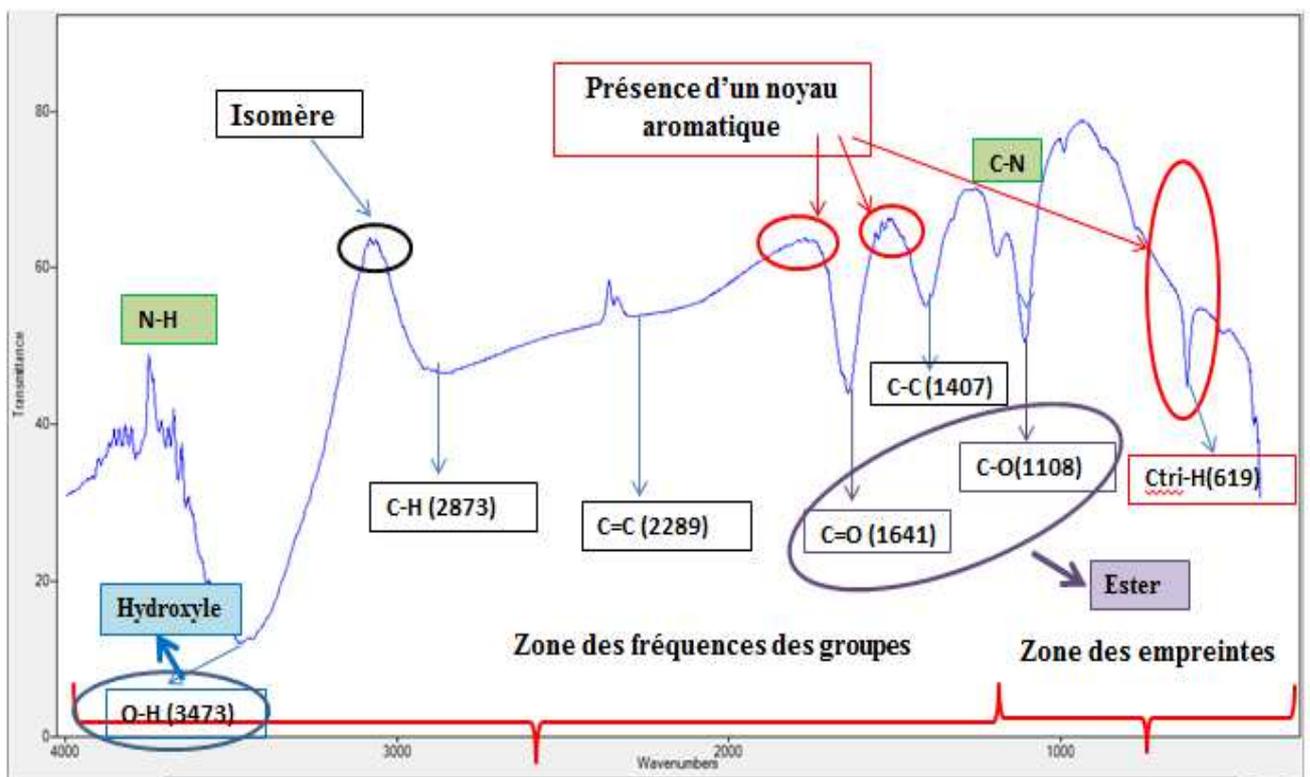
Tableau n°86: Table spectroscopique IR simplifiée(mdifée)

Groupe caractéristique	Fonction associée	Formule	Nombre d'onde d'absorption des liaisons
Hydroxyls	Alcool		(O-H) =3400 cm ⁻¹ (C-O)=1050-1250cm ⁻¹
Carboxyle	Acide carboxylique		(C=O)=1700-1725 cm ⁻¹ (O-H)=2500-3300 cm ⁻¹ (C-O)=1210-1320cm ⁻¹

Résultats

Ester	Ester		$C=O=1720-1775\text{ cm}^{-1}$ $(C-O)=1200\text{cm}^{-1}$
Noyau aromatique	Noyau aromatique		$(C(\text{trigonal})-H)=3030-3080\text{ cm}^{-1}$ $C=C(\text{aromatique})=1450-1600\text{cm}^{-1}$ $C(\text{trigonal})-H(\text{aromatique})=700-800\text{cm}^{-1}$
Amine	Amine (secondaire)		$(N-H)=3300-3400\text{ cm}^{-1}$ $(C-N)=1250-1325\text{cm}^{-1}$

Source : University of Puget Soun (www2.upu.edu/faculty/hanson/Spectroscopy/IR/IRfrequencies.html)





CHAPITRE V

Chapitre V:Discussion des résultats

3. Effet de l'extrait chlorophormique sur le taux de mortalité de *Locusta migratoria*

Les larves du stade quatre(L4) de criquet migrateur pulvérisées avec 6 ml de l'extrait du datura aux différentes doses a causé la mortalité des larves dès le 2^{ème} jour de traitement avec les doses D2 (10%) et D3 (20%) on marquant un taux de mortalité de 13,33%, ce même taux est enregistré avec la dose D1 (5%) au 3^{ème} jour.

Au 5^{ème} jour un taux de mortalité de 60% est atteint par la plus faible dose D1, au 6^{ème} jour 53,33% de mortalité sont engendrées par le dose D2, pour la plus forte dose D3, 63,33% de mortalités sont obtenues au 7^{ème} jour; Les taux de mortalité se sont stabilisés pour la dose D1 à 63,33% au 6^{ème} jour, pour la dose D2 le taux de mortalité maximal est marqué au 7^{ème} jour, tandis que pour la dose D3 les mortalités se sont poursuivi jusqu'au 11^{ème} jour pour causer la mort de 83,33% de larve. Cependant, aucune mortalité n'a été comptabilisée dans les lots des larves L4 témoins.

On réalise que le taux de mortalité causé par l'extrait chlorophormique sont proportionnels aux doses utilisées donc les plus forte doses ont induit les taux de mortalité les plus élevées à des temps plus longs.

Concernant les larves L5 traitées avec la même quantité de l'extrait du datura, les mortalités ont débuté pour le traitement à la dose D1(5%) et à la doses D2(10%) au 3^{ème} jour de suivi en induisant les taux respectives de 16,67% et 26,67%, à la doses D3(20%) les mortalité commence dès le lendemain des traitements en provoquant 36,67% de mortalité. La faible dose D1, et la dose moyenne D2 ont enregistré respectivement des taux de mortalité de 50% au 7^{ème} jour et 56,67% au 5^{ème} jour; en revanche la forte dose D3 a induit un taux de mortalité de 60% juste au 2^{ème} jour et 90% au 5^{ème} jour de traitement. Pour les taux de mortalité maximal obtenus lors de ces essais, 100% des larves L5 ont retrouvé la mort à la dose D2 au 17^{ème} jour et à la dose D3 au 15^{ème} jour, la plus faible dose a provoqué un taux de mortalité maximal aux 10^{ème} jour avec seulement 60%. Cependant on n'a pas constaté de mortalité dans le lot des témoins.

Les résultats obtenus ont montré que le taux de mortalité des larves L5 de *Locusta migratoria* traités avec l'extrait du *Datura innoxia* est proportionnel aux doses utilisées, donc la faible dose D1(5%) à induit le taux de mortalité le plus faible et les deux autre doses D2(10%) et D3(20%) ont réalisé le même résultat mais à des temps différents car le 100% est obtenu plus rapidement avec la plus forte dose D3(20%).

Discussions

L'étude de l'effet de l'extrait du datura sur la mortalité des imagos de criquet migrateur a montré un effet moins important que celui enregistré chez les larves L4 et L5. Suite au traitement les mortalités en début après quatre jour pour la faible dose D1 avec 6,67% de mortalité, et a après cinq jours avec les doses D2 et D3 on marquant respectivement 6,67% et 16,67%. 43,33% des imagos retrouve la mort au 12^{ème} jour avec la plus forte dose, avec les doses D1 et D2 des taux respectifs de 36,67% au 17^{ème} jour et 40% au 15^{ème} jour sont obtenus. à la fin du mois de l'expérimentation ont comptabilisé pour les doses D1 (5%), D2 (10%) et D3 (20%) dans le même ordre les taux suivant: 40%, 43,33% et 50%.

RACCAUD-SCHOELLER, (1980) explique que généralement les stades âgés sont plus résistants aux insecticides qui agissent par contact du fait de l'épaisseur élevée de la cuticule des larves âgées par rapport à celle des jeunes larves.

Dans notre étude les larves du stade L5 se sont avérées plus sensible que celle du stade L4 on pense que du fait que la cuticule des larves du stade L5 est plus épaisse que celle des stades L4, elle prend plus de temps pour durcir donc une cuticule mole et plus perméable et expose plus les insectes aux traitements qu'une cuticule sèche et dure. Les traitements sont effectués après 24 heure de l'émergence et pendant ce temps-là cuticule des larves L4 se trouve plus sèche et plus dure donc plus protectrice que celle des larves L5.

Selon OULD EL HADJ *etal.*, (2005), Les larves du cinquième stade de *S. gregaria* s'avèrent être plus sensibles que les imagos aux extraits de *Melia azedarach*, d'*Azadirachta indica* et d'*Eucalyptus globulus*,

en effet la même chose est constatée pour les imagos de *Locusta migratoria* qui sont plus résistants que les larves du cinquième stade.

LEGAL (1989), montre que certains acridiens consomment les végétaux riches en toxines, cela est dû soit à la capacité d'élimination des toxines par le système excréteur, soit qu'il dispose d'un arsenal enzymatique capable de détoxifier ces substances toxiques.

Les larves manifestent dès le premier contact avec les gouttelettes de la solution une agitation pour fuir le produit, après quelques heures les individus traités semblent être désorientés et déséquilibrés, avec des signes de faiblesse, une activité réduite et une lenteur dans leurs réactions aux stimuli externes.

Après quelques temps les individus qui ont survécu au traitement reprend leurs activités peu à peu et tous semble entrer dans l'ordre, mais ils ne tardent pas à rechuter par une activité réduite interrompues par des moments d'immobilité. Avant leur mort, les larves se cachent et s'accroupie sous les débris végétaux sans animer aucun mouvement. On constate que chez les

Discussions

larves, ces mortalités coïncident avec leur mue certains meurt avant le déclenchement du processus de mue, d'autre meurt après l'ouverture de la première fente qui apparaît dans la ligne médiane de la cuticule du ptérothorax et qui se prolonge au-dessus du prothorax et par la suite au-dessus de la tête, les mues étant partielles les larves ne pouvant se libérer elles restent emprisonnées dans la vieille cuticule, car leur ancienne cuticule se détache mais reste collé dans certains points de la tête et des membres et meurt.

Au vu de cette étude un premier classement de l'efficacité de l'extrait testé est mis en évidence. Ces résultats, témoignent d'une activité larvicide importante.

L'excès ou la carence de chitine au cours de n'importe quel cycle morphogénétique peut produire des effets néfastes et mortels aux insectes (KRAMER *et al.*, 1985).

Selon OULD AHMEDOU *et al.*, (2001), les larves élevées sur *Glinus. lotoides* présentent avant leur mortdes symptômes de faiblesse et une activité locomotrice réduite, mais contrairement aux effets engendrés par les méliacées aucune déformation ou mouvements désordonnés n'ont été observés.

Selon REMBOLD (1997), l'extrait de *Melia volkensii* testé sur le criquets pèlerin en plein champ a montré que la poudre brute dosée à 10 g/ha^{-1} a donné une mortalité de 28% et un retardement de la croissance des individus traités.

ABBASSI *et al.*, (2003), a montré que l'extrait des feuilles de *Peganumharmala* au stade de fructification produit les mêmes effets que l'extrait des feuilles de la plante au stade végétatif avec cependant l'apparition d'effets de moindre importance. Ceci s'explique par la relation existant entre la variation de la nature de l'alcaloïde indolique contenu dans l'extrait des feuilles de *Peganumharmala* relevée au cours des stades phénologiques.

Selon BELHADI (2005), malgré l'anti-appétence exercée sur les L5, 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.

IDRISSI HASSANI *et al.*, (2002) L'application tropique de l'huile extraite des graines de *P. harmala* administrées sous le pronotum des larves du 4^{ème} stade de *S.gregaria* provoque un taux de mortalité de 55% pendant les 7 premiers jours avec une dose de (3µl), 25 % de mortalité avec la faible dose (2µl) après dix jours d'expérience. Par ailleurs, l'injection du même extrait a provoqué très peu de mortalités dans les lots, en moyenne un individu par lot, ils estiment que les quantités des extraits de *P. harmala* injectées sont bien en dessous des quantités létales.

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

Selon WILPS et NASSEH (1995), l'utilisation des extraits de graines d'*Azadirachta indica* et *Melia volkensii* (Méliacées), ont provoqué des taux de mortalité satisfaisants chez les larves comme chez les adultes de *S.gregaria* ; le taux de mortalité a atteint les 100 % dans les 12 jours qui ont suivi le traitement. Des malformations, une mobilité réduite et une baisse des performances de vol ont ainsi été observées chez les larves et les adultes,

BARBOUCHE *et al.*, (2001), ont confirmé que les biotests de la toxicité révèlent une mortalité totale des larves L5 de *Schistocerca gregaria* dans un délai de 2 à 4 jours à partir d'un extrait méthanolique de feuilles de *Cestrum parqui*.

ABBASSI *et al.*, (2004), signalent qu'un taux de mortalité de 100% est atteint 15 j après traitement chez les larves de *Schistocerca gregaria* traitées à l'extrait d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera*.

D'après OUTTAR *al* , (2014) Les larves nourries à base de gazon traité par l'extrait du henné donnent un taux de mortalité de 96,67% au 22^{ème} jour à la dose D1 (12,5%), et 100% à la dose D2 (50%) et D3 (100%) respectivement au 19^{ème} jour et au 22^{ème} jour

Selon OULD EL HADJ *et al.*, (2005), l'étude de la toxicité des extraits de *Melia azedarach*, d'*Azadirachta indica*, sur les larves du cinquième stade et les adultes de *S. gregaria* a montré qu'une mortalité de 100% est atteinte au bout de 10 jours pour les L5 et 13 jours pour les adultes traités avec *A. indica*. *M. azedarach* a donné 100% de mort au bout 11 jours pour les L5 et 14 jours pour les adultes.

TAIL et DOUMANDJI (2005), ont signalé que juste après l'injection des protéines hydrosolubles extraites du laurier rose, les criquets pèlerins tombent puis se paralysent avant de mourir.

4. Effet de l'extrait chlorophormique sur le développement des stades larvaires L4 et L5 de *Locusta migratoria*

Après 24 heures de leurs émergences, les larves L4 et L5, sont exposées à une pulvérisation de l'extrait du datura à différentes doses, le suivi des larves qui ont survécu a montré un prolongement de chaque stade suivant l'ampleur des doses testées. Les larves L4 témoin(D0) ont effectué leurs mue en totalité(100%) en moyenne après 5,43jours de leurs émergences, cependant 36,66% des larves traitées à la dose D1 (5%) ont réussi leurs mue après 6jours, d'autre part les larves traitées à la dose D2(10%), 29,99% des larves ont mué après 8 jours soit un retard de plus de 2 jours par rapport aux non traités; 20% des larves

Discussions

traitées à la dose D3(20%) ont effectué une mue après 9,82 soit retardé de plus de 4jours. Le traitement des larves L5 à la faible dose D1 a induit un taux de mue de 40% et à la dose moyenne D2 ce taux ne dépasse pas 5%, par rapport au témoin qui ont mué à 100% après 8,13 jours ces deux doses ont engendré respectivement des retard de 4 et 5 jours. Pour la dose D3 aucune larve n'a réussi sa mue suite à une mortalité totale des larves survenue en majorité avant la mue.

NASSEH *et al.*, (1992), Dans le cas des extraits de mélia, des retardements dans le développement des larves de *Schistocerca gregaria* étaient très nets, allant même parfois jusqu'à l'absence de mue imaginale.

ABDELAOUI *et al.*, (2006) signalent que l'acide gibbérellique s'est comporté comme un inhibiteur de croissance vis-à-vis de *Locusta migratoria migratoria* en provoquant un ralentissement des processus de la mue qui s'est traduit par un prolongement de la durée des stades larvaires et par conséquence des émergences tardives des adultes.

MOUSSA (2003), annonce que le traitement à l'huile de Neem a provoqué un retard de développement et un blocage de l'exuviation et de la mue des larves L4 et L5 de *Locusta migratoria migratoria* et *Locusta migratoria migratorioides*.

BELHADI (2005), a montré que les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et *Nerium oleander* ont affecté le développement des larves L5 de *Schistocerca gregaria*, car les feuilles de *R. officinalis* ont causé la mort de toutes les larves avant l'amorçage du processus de la mue, celles de *N. oleander* ont prolongé la vie larvaire et inhibé la mue imaginale.

OULD EL HADJ *et al.*, (2005), annoncent que les L5 de *Schistocerca gregaria* nourries à base de fragments de chou traités au neem ou au mélia, n'ont pas pu effectuer leur mue imaginale; et 20% seulement de celles nourries en présence d'eucalyptus ont pu atteindre leur dernière mue.

TIRCHI et MOUHOUCHE (2008), signalent que le Triflumuron appliqué par ingestion sur les larves du criquet pèlerin, inhibe le processus de la mue qui s'est traduit par un prolongement de la durée des stades larvaires.

D'après GERARDIE, (1991) le cerveau, par ses cellules neurosécrétrices médianes (CNS-M) et latérales (CNS-L), produit une hormone prothoracotrope (PTTH) qui stimule la sécrétion d'ecdysone par les PTG. L'ecdysone est responsable de la crise mitotique des cellules épidermiques conduisant à l'apolyse (décollement cuticulaire) et il est responsable aussi de la synthèse de la nouvelle cuticule. La chute d'ecdystéroïdes circulants entre les deux étapes est nécessaire à la mue. L'injection d'ecdysone à cette période empêche la réabsorption du liquide exuvial d'où un retard et même une suppression de la mue.

D'après l'UNESCO, (1960), l'atropine est un stimulant du système nerveux central; elle agit en particulier sur la zone motrice dont dépend la coordination des mouvements. A forte dose, elle provoque de l'agitation, de la loquacité et du délire. En outre, elle rend les terminaisons du parasymphatique dans les glandes, les muscles lisses et le cœur insensibles à l'action de l'acétylcholine.

CHAMPY, (2008) ajoute que le datura provoquent une hyperthermie, confusion, torpeur puis agitation, un délire hallucinatoire pouvant durer plusieurs jours et coma.

5. Effet de l'extrait chlorophormique sur l'évolution pondérale et le gain de poids de *Locusta migratoria*

D'après les résultats obtenus suite à la pulvérisation de l'extrait foliaire du datura sur les larves du quatrième du criquet migrants, le poids pondéral moyen de ces dernières a subi une réduction considérable, les larves traitées à la dose D1 ont passé d'un poids de 0,41 g à 0,36g après 24heures de traitement, aux doses D2 et D3 respectivement les poids ont passé de 0,37g et 0,30g à un poids de 0,19g. Durant ce stade chaque larve a acquis en moyenne le poids maximal de 0,56g au 6^{ème} jour, 0,50 au 9^{ème} jour et 0,42 au 12^{ème} jour respectivement pour les larves traitées aux doses D1, D2 et D3 et dans le même ordre les gains de poids sont de 0,20g, 0,13 et 0,10g.

Les larves L4 qui n'ont pas subi de traitement ont démarré l'expérimentation avec un poids moyen de 0,40g et passe après 24 heures à 0,44 g, ce poids continu de progresser tout au long des jours de suivi mais à des rythmes différents pour atteindre au 0,60 g au 5^{ème} jours soit un gain de poids final de 0,16g.

L'étude portant sur les larves L5 du criquet migrant a montré le même effet de cet extrait sur l'accroissement pondéral et le gain de poids, car la pulvérisation de l'extrait du datura a induit après 24heures une réduction de poids des individus comparé à celui du poids initial. Après une journée, les doses D1 (5%), D2 (10%) et D3 (20%) ont provoqué une diminution du poids de l'ordre de 0,34g, 0,38g et 0,41 qui ont été initialement estimés à 0,56g, 0,50 et 0,45. Au moment où les témoins ont augmenté leur poids à 0,51g à 0,60g. pour ce stade la dose la plus forte a produit l'accroissement le plus faible.

Les dernières observations effectuées ont révélé chez les L4 témoins un poids final de 1,09 est atteint au 13^{ème} jour de traitement, soit un gain de poids total de 0,58g plus de double de poids initial. Par contre l'évaluation du poids des traités a montré de valeurs nettement inférieures à celle des témoins, 0,80g sont signalée au 14^{ème} jour pour les larves traitées à la faible dose D1 et à la forte dose D3 avec respectivement les gains de poids de 0,24g et 0,35g, cependant la dose moyenne D2 a donné le plus faible poids estimé à 0,50g dont on constate

Discussions

aucun gain de poids par rapport au poids initial des individus. La dose la plus efficace est la dose D2 puisqu'elle n'a pas causé une évolution de poids pour les larves L5.

Les pesées au quotidien des imagos traités avec l'extrait du datura ont marqué un accroissement continu durant le mois de suivi. Chez les traités, en moyenne le poids initial est de 0,80g après 24 heures il est estimé à 0,90g.

Les individus traités aux doses D1 D2 D3 ont tous des poids initiaux de 0,90g et après 24 heures ils ont perdu de poids, on passant à des poids inférieurs de 0,76g, 0,86g et 0,75g. Après un mois d'observations les pesées ont montré que chez les témoins un poids final de 2,16g a été obtenu soit un gain de poids de 1,36g. Les traités aux doses D1 D2 D3 ont pesé respectivement aux derniers jours de l'expérimentation 1,82g, 1,62g et 1,69g et les gains de poids calculés sont dans l'ordre 0,92g, 0,72g et 0,79g. Les imagos qui ont le moins gain de poids sont ceux traités avec la forte dose D3 et la moyenne dose D2.

Ces ralentissements dans l'évolution pondérale sont dus à l'action des alcaloïdes de cette plante, dont les précurseurs sont l'atropine, l'hyoscyamine et la scopolamine. Celles-ci se manifestent par des troubles de l'équilibre et des mouvements convulsifs. Ces manifestations sous-entendent des altérations du système nerveux qui contrôle l'activité biologique et physiologique de l'organisme.

D'après CHAMPY, (2008) l'action neurotoxique de ces alcaloïdes a été déjà observée chez les humains intoxiqués ; accompagnée d'une sécheresse de la bouche, d'une hyperthermie et d'une déshydratation. Ainsi, cette perte en eau réduit le volume de l'hémolymphe, ce liquide circulant qui véhicule les substances nécessaires au déroulement normal des différents processus physiologiques du criquet, ce qui entraîne des troubles à tous les niveaux hormonaux. Tous ces effets sont accompagnés d'une réduction de la prise de nourriture générée par l'effet anti-appétant de ces alcaloïdes (RAO et MEHOTRA, 1977) ce qui expliquerait la baisse du poids des individus.

BHATTIPROLU *etal*, (1989) signalent que l'azedarachtine exerce une action anti-appétante sur *L. migratoria* moyennant un blocage des facteurs trophiques localisés au niveau du système nerveux central.

MARTIN *etal*, (1994) rapportent également que chez les larves de *Lymantria dispar*, une réduction de la croissance pondérale est notée suite au traitement avec l'extrait de fruit de neem.

En effet le pouvoir insecticide des Méliacées a été mis en évidence grâce à leur caractère répulsif. Les investigations ont montré par la suite que ce sont les composés terpénoïdes, qui en plus de leur action répulsive, inhibent en conséquence la croissance chez les stades juvéniles (SIEBER et REMBOLD, 1983).

Discussions

TAIL (1998), signale une diminution progressive du poids des adultes de *S. gregaria* mises en présence des feuilles de blé aspergées d'extraits de *Melia azedarach* et de *Nerium oleander* (Apocynaceae) et *Inula viscosa*.

De même OULD ELHADJ *et al.* (2001, 2006) notent une diminution du poids des L5 et des adultes de *S. gregaria* sous l'influence de trois extraits végétaux, *Melia azedarach*, d'*Azadirachta indica* et d'*Eucalyptus globulus* mais il ajoute que cette régression du poids est plus importante chez les L5 que chez les adultes.

MOUSSA, (2003) signale que l'huile de neem inhibe la croissance pondérale des L4 de *L. migratoria*. Après 216 heures après traitement, le poids moyen chez les traités est de 0,221 g alors que chez les témoins, il est de 0,515 g. De même, le poids moyen des L5 après 216 heures de traitement est de 0.484 g alors qu'il est de 1,114 g chez les témoins.

D'après ABBASSI, (2004) l'extrait d'alcaloïdes des feuilles jeunes de *Calotropis procera* testé sur les adultes de *S. gregaria* s'est révélé anti-appétant, et a provoqué une diminution de poids pondéral moyen.

BELHADI, (2005), annonce que les larves L5 et les imagos de *S. gregaria* injecté par des solutions florales de *Nerium oleander* et de *Lonicera japonica* ont induit des gains de poids faibles.

Cependant d'après OUTTAR, (2009) Le Triflumuron et l'extrait aqueux de *Lawsonia inermis* (henné) n'ont pas marqué un effet inhibiteur sur l'évolution pondérale des larves de *L. migratoria* pour les deux types de traitement contact et ingestion.

4. Effet sur l'activité alimentaire de *Locusta migratoria*

4. 1. Effet sur l'ingéra l'Egesta

Pour évaluer l'effet de l'extrait du *Datura innoxia* sur les quantités de nourriture ingères et les quantités d'excrément rejetées par les individus L4, L5 et Imago traités et non traités des pesées au quotidien sont effectuées.

Après 24heures, les larves du quatrième stade témoins ont consommé en moyenne 0,12g/ind et ont excrété 0,03g/ind, après 48 heures ces larves ont consommé 0,14g/ind et excrété 0,05g/ind;

Les moyenne ingérées durant la période de suivi fluctue d'un jour à un autre est d'une dose à une autre, car en moyenne les témoins ont mangé une quantité de 0,1g /ind et excrété 0,04g/ind

Cependant les traités aux différentes doses ont enregistré des quantités de moindre importance; à la dose D1(5%)) les larves L4 ont consommé au quotidien 0,1g/ind de nourriture et ont excrété 0,05% de fèces , à la dose D2(10%) elles ont consommé 0,075g/ind et rejeté

Discussions

0,038g, et en fin à la dose D3(20%) elles ont mangé la plus petite quantité estimée à 0,067g/ind et ont rejeté 0,024g/ind. Pour ce stade les quantités ingérées sont proportionnelles aux concentrations testées.

Les larves L5 sur lesquelles on a testé les différentes doses de l'extrait chlorophomique du *Datura innoxia* ont révélé au premier jour que chez les témoins, chaque larve a consommé une moyenne de 0,18g/ind de la nourriture donnée et excrétée 0,07g/ind ; alors que chez les traités la quantité consommée respectives aux doses D1, D2 et D3 sont de 0,08g/ind, de 0,05g/ind, de 0,13 g/ind, concernant les quantités de fèces rejetées sont dans le même ordre 0,08g/ind, 0,05g/ind et 0,13g/ind.

Les quantités de nourriture seigne consommées au 2^{ème} jour sont de 0,22g/ind, de 0,10 g/ind et de 0,09g/ind pour les traités aux doses D1 (5%), D2 (10%) et de D3 (20%). les pesées des excréments récupérés ont donné les valeurs de 0,07 g pour la dose D1 et 0,04 g pour les deux doses D2 et D3.

Le poids de la nourriture consommée au cours de l'expérimentation est resté moyennement stable pour les témoins à l'exception d'une réduction des quantités ingérées qui commence au 8^{ème} jour correspondant au début des mues ou l'insecte arrête de s'alimenter donc en moyenne chaque larve témoins a consommé 0,21g/ind enregistré au 14^{ème} jours ; cependant pour les traités on a observé une augmentation progressive des quantités ingérées durant les jours qui suivront le traitement ; ces quantités s'évaluent aux 15^{ème} jour à 0,16 g/ind à la dose D1. Aux doses D2 et D3 respectivement elles sont estimées à 0,07g/ind au 17^{ème} et 14^{ème} jour et dans le même ordre les quantités des fèces rejetées sont de 0,05g/ind, 0,03g /ind et 0,01g/ind. d'après ces résultats on constate que les fluctuations observées au niveau des quantités de la nourriture ingérées et des quantités d'excrément ramassées reflètent une perturbation dans le métabolisme des insectes traités en fonction des doses utilisées contrairement au témoins qui ont manifesté une activité métabolique plus stable et plus équilibrée durant cette étude.

Chez les imagos les peser quotidien des restes de nourriture ingérée et les fèces ramassées nous ont permis d'évaluer l'ingesta et l'egesta de ces individus traités et non traités.

Au premier jour, chaque imago témoins a consommé une moyenne de 0,39g/ind de la nourriture donnée et a excrété 0,19 g/ind de fèces, dans les lots des traités à la dose D1(5%) 0,08 g/ind sont ingérées, à la dose D2, 0,15 g/ind sont ingérées et à la dose D3 une quantité de 0,18 g/ind sont ingérées. Tandis que les quantités excrétées sont dans le même ordre 0,05g/ind 0,10 g/ind et 0,08 g/ind. On remarque que ces quantités sont nettement inférieures aux quantités signalées chez les imagos de criquet migrateur non traités.

Discussions

, on a observé une augmentation progressive des quantités ingérée durant la première semaine qui suit le traitement ; au dernier jour les quantités ingérées sont évaluées pour les non traités à 0,37g/ind ; pour les traités, elle est de 0,30g/ind à la dose D1, de 0,31g/ind à la D2 et elle est de 0,20g/ind à la D3. Les fèces rejetées par les individus témoins pèsent 0,19g/ind et celles des traités sont estimées pour la faible dose et la moyenne dose à 0,15g/ind et à la forte dose à 0,08g/ind. Le poids moyen de la nourriture consommée et de quantités de fèces ramassées durant le mois de suivi sont restées moyennement stables pour les témoins ; cependant pour les traités une stabilité est constaté mais elle est de moins en moins fragile qu'on augmentant les dosages de la solution pulvérisée.

Durant la période pré reproductive, le jeune imago a recours à une quantité importante de nourriture pour assurer le durcissement cuticulaire, le développement des muscles du vol, des gonades et du corps gras. Après avoir satisfait les besoins alimentaires nécessaires à leur croissance, les mâles se nourrissent peu pendant la période reproductive, à l'inverse des femelles dont l'activité alimentaire est constamment supérieure tout au long de leur vie adulte. La perte de poids chez ces dernières après dépôt de chaque oothèque les conduit en effet à se nourrir intensément afin de reconstituer leurs réserves (LEBERRE *et al.*, 1977 ; DURANTON *etal.*, 1982).

Les alcaloïdes sont capables de détruire les liaisons phosphodiester d'un organisme, par hydrolyse avec un groupe hydroxyle (OH) libre. Ces phosphodiesters étant chargés de la dégradation des lipides et glucides dans le corps, leur stockage est perturbé.

Les nucléotides composant l'ADN et l'ARN sont elles aussi liées par des liaisons phosphodiester. Si elles sont détruites, cela risque d'entraîner des erreurs de copie de l'information génomique, et donc altérer le codage des acides aminés formant les protéines du corps.

Selon RAO et SUBRAHMANYAM, (1986) ; AZMI *et al.*, (1998) certains extraits végétaux altèrent la synthèse de certains facteurs trophiques localisés dans le système nerveux qui jouent un rôle très important dans l'alimentation des insectes et compromettent ainsi la prise de nourriture.

ABBASSI *etal.*, (2004), montrent une diminution de la prise de nourriture chez les larves L5 et les imagos de *Schistocerca gregaria* traités à l'extrait d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera* en végétation. La consommation moyenne calculée sur sept jours ($0,45 \pm 0,214$) chez les L5 traitées est significativement réduite par rapport à celle des témoins ($1,235 \pm 0,305$).

BELHADI, (2005) remarquent que l'injection des larves de la L5 et imagos de *Schistocerca gregaria* à base des extraits des feuilles et de la solution des fleurs de *Nerium oleander* et des extraits des feuilles de *Rosmarinus. officinalis* et de la solution des fleurs de *Lonicera japonica* exercent un effet anti - appétant.

De même OULD EL HADJ *et al.*, (2005), signalent que l'étude comparative de la toxicité des extraits de *Melia azedarach*, d'*Azadirachta indica* et d'*Eucalyptus globulus*, vis-à-vis des larves du cinquième stade (L5) et des adultes de *S. gregaria* révèle que ces plantes diminuent fortement la prise de nourriture chez cet acridien.

ABBASSI *et al.*, (2004), a confirmé que l'extrait d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera* en végétation entraîne une perte en eau sous forme de fèces humides et de transpiration intense chez les larves et les imagos de *Schistocerca gregaria*.

OUTAR, (2009) pour les larves du cinquième stade de *L. migratoria* traitées au henné, on remarque que le poids de leurs fèces n'a pas marqué une différence significative comparativement aux témoins.

4.2. Effet sur l'indice de consommation (IC), l'indice de croissance (ICr) et le coefficient d'utilisation digestive (CUD)

L'estimation de l'indice nutritionnel de consommation (IC) qui est le rapport de la quantité moyenne de la nourriture ingérée sur le poids moyen de l'insecte révèle que les larves L4 de *L. migratoria* non traitées ont obtenu un indice de consommation de (IC=0,29) aux premiers jours de suivi un indice (IC=0,32) au deuxième jour et un indice de (IC=0,17). Quant aux larves traitées aux doses D1(5%), D2(10%) et D3(20%) ont enregistré au premier jour, des indices de croissance moyens au premier jour de traitement de (IC=0,21), (IC=0,26) et (IC=0,19), au 2^{ème} jour une nourriture saine est donnée aux insectes traités suite à laquelle on a calculé les indices de consommation pour ce jour. Ces indices s'avèrent plus importants que les précédents et qui sont de (IC=0,34), (IC=0,41) et (IC=0,40), au 5^{ème} jour une réduction est constatée pour tous les indices de consommation engendrés par les différentes doses et qui sont de l'ordre de (IC=0,31) (IC=0,24) et (IC=0,22). Ainsi on signale que les indices de consommation les plus faibles sont engendrés par la dose la plus forte.

Le calcul de l'indice de croissance à partir du rapport gain de poids sur le poids moyen de l'individu, a donné des valeurs négatives traduisant une perte de poids durant les trois premiers jours chez les traités à l'extrait de *Datura* aux différentes doses, après ce temps les valeurs s'accroissent et enregistrent des valeurs positives. D'autre part les témoins ont marqué des valeurs positives tout au long de la durée du stade larvaire à l'exception de 3^{ème} jours qui coïncide avec le début de la mue.

Ces résultats nous dévoilent au premier jour un indice de croissance nettement supérieur de (ICr=0,05) pour les témoins, cependant des pertes de poids ont été enregistrées pour les larves traitées respectivement pour les doses D1, D2 et D3.

Au dernier jour pris en considération pour ce paramètre, l'indice le plus important est celui indiqué chez les témoins avec (ICr=0,36). Cependant les traités ont exposé des indices

Discussions

mois importants allant de ($ICr = 0,06$) et ($ICr = 0,08$) pour les doses D3 et D2 jusqu'à ($ICr=0,27$) pour la plus faible dose D1.

Pour les larves non traités le coefficient d'utilisation digestive CUD est estimé au premier jour de suivi à ($CUD=71,35\%$). Des valeurs plus importantes pour le rapport quantité digérées sur quantité ingérée ont été signalées chez les traités sauf chez ceux traités à la dose D1 le CUD été plus faible.

La pulvérisation de la solution de l'extrait du datura sur l'alimentation a produit un coefficient ($CUD = 65,25\%$) à la dose D1(5%), un coefficient de($CUD= 79,31\%$), à la dose D2(10%) et un coefficient de($CUD= 82,25\%$) enregistré avec la dose D3(20%) pendant les jours qui suivront, nous remarquons une diminution du coefficient d'utilisation digestive par rapport au premier jour, pour atteindre au 5^{ème} jours chez les témoins le CUD le plus faible estimé à ($CUD=43,86\%$), suivi de CUD des ailés traités à la dose D2 avec ($CUD=45,36\%$) ; les dose D3 et D1 ont induit respectivement des CUD de ($CUD=57,45\%$) et ($CUD=54,23\%$).

Au début des observations, les témoins des larves du stade L5 en enregistré la valeur la plus élevée avec ($IC=0,34$). Cependant, les traités aux doses D1 (5%), D2 (10%) et D3(20%) ont signalé respectivement les valeurs de ($IC=0,15$), ($IC=0,10$) et ($IC=0,29$). Après deux jours, ces valeurs s sont augmentées dans le lot des témoins à ($IC=0,45$) et dans ceux des traités aux doses D1 et D2 successivement à ($IC=0,64$) et à ($IC=0,26$); mais à la dose D3 le rapport quantité ingérée et poids moyen de l'insecte diminue d'avantage et n'enregistre une augmentation qu'au 3^{ème} jour pour atteindre une valeur très importante de($IC= 0,81$) au 5^{ème} jour ; à partir de là l'indice de consommation régresse pour demeurer très faible à ($IC=0,08$) jusqu'au dernier jour. Cependant, les témoins ont marqué un indice de consommation de ($IC=0,19$) et les traités ont marqué suivant les doses D1, D2 et D3 des indices de ($IC=0,22$), ($IC=0,13$) et ($IC=0$).

Concernant les larves L5 non traités, des gains de poids ont été induites tout au long de cette étude, au 1^{er} jour l'indice de croissance est de ($ICr=0,18$) et au dernier jour d'observation il est de ($ICr= 0,51$).

Jusqu'au quatrième jour de suivi, les larves du 5^{ème} stade de criquet migrateur traitées à la solution du datura, des données des valeurs négatives témoignant une perte de poids. Au 5^{ème} jour les témoins ont enregistré un indice de croissance de ($ICr=0,52$) et la plus forte dose D2 a indiqué le plus important rapport de gain de poids sur le poids moyen de l'insecte qui est de ($ICr = 0,90$); ce chiffre ne tarde pas à se réduire pour s'annuler aux 9^{ème}, 10^{ème}, 13^{ème} et 14^{ème} jour. Quant à la dose D2 (10%) elle ne commence à enregistrer des valeurs positives qu'à partir du 12^{ème} jour et atteint son maximum de ($ICr=0,38$) au 14^{ème} jour. Les traités à la faible

Discussions

dose D1 (5%) ont perdu du poids entre le 1^{er} jour et le 6^{ème} jour pour en gagner au 7^{ème} jour ont désignant un indice de (ICr= 0,21).

Au premier jour de cette étude, les témoins ont utilisé (CUD=58,57%) de la nourriture ingérée, ce pourcentage reste plus en moins stable jusqu'au 9^{ème} jour ou on constate une réduction du coefficient d'utilisation digestive, au 10^{ème} jour les non traités ont le CUD le moins important de (CUD=29,26%) probablement à cause de déclenchement du processus de la mue chez plusieurs individus, aux 14^{ème} jour il remonte à 58,80%.

Les traités à l'extrait chlorophormique du datura aux doses D1 et D2 ont utilisé respectivement (CUD=52,19%) et (CUD=60,26%). En revanche, les traités à la forte dose D3 ont utilisé le plus grand pourcentage de la nourriture ingérée soit (CUD=87,40%); en suite des variations sont signalées pour toutes les doses. A partir du 5^{ème} jour les CUD induits par les deux doses D2 et D3 se stabilise dans le même ordre à (CUD=85,71%) jusqu'à la fin des observations et à (CUD=100%) jusqu'au 10^{ème} jour, ce dernier se réduit remarquablement aux trois derniers jours de suivi et marque (CUD=9,68%).

48 heures après leur émergence, les imagos témoins affichent un indice de consommation estimé à (IC=0,43), dans les jours qui suivront, cet indice diminue progressivement et atteint au dernier jour des observations une valeur de (IC= 0,22).

Durant les trois jours qui suivront le traitement des individus pulvérisés à l'extrait du *Datura innoxia*, des indices de consommation moins importants que ceux obtenus par les témoins ont été signalés; les valeurs sont d'autant plus importantes que la dose testée soit la plus élevée.

Au premier jour de traitement à la dose D1 (5%) le rapport du poids de la nourriture ingérée sur le poids moyen de l'imago est le plus faible de tous ceux enregistrés au cours de ces observations, il est estimé à (IC= 0,10), à la dose D2 (10%) il est de (IC=0,17) et à la dose D3 (20%) il est de (IC=0,24). Les fluctuations des résultats des IC par les doses testés sont constatées dans les jours qui suivent avec une nette marge d'écart marquée par la dose D2.

Au 15^{ème} jour les calculs ont révélés pour les témoins et les traités à la dose D1 un IC de (IC=0,22); aux doses D2 et D3 ont révélées respectivement des valeurs de (IC=0,27) et (IC= 0,13).

Les imagos témoin et traités sous les conditions contrôlés de laboratoire ont montré une corrélation visible dans l'évolution des indices de croissance en fonction du temps

Au premier jour les imagos témoins ont consigné le ICr le plus important évalué à (ICr=0,11); cette indice ne cesse d'augmenter qu'au bout de neuf jours ou il se stabilise à (ICr= 0,48) jusqu'au 15^{ème} jour. Les doses D1, D2 et D3 testées sur les imagos âgés de 24 heures

Discussions

ont induit des pertes de poids proportionnelles à leurs concentrations respectivement jusqu'au 8^{ème} jour, 6^{ème} jour et 9^{ème} jours ; à partir de là les valeurs des indice s'accroît pour mentionner (ICr=0,35) avec la dose D1 et(ICr= 0,23) pour les deux autres doses D2 et D3.

Le pourcentage du poids de la nourriture ingérée utilisée pour le métabolisme des criquets ont rapportés des résultats presque identique chez les criquet témoins tout au long des deux semaines prise en considération allant de (CUD=51,72%) au début des observations et à (CUD=53, 07 %) à leur fin.

Au premier jour, la plus forte dose D3 a noté le CUD le plus élevé avec (CUD=57,80%), les deux doses restants D1 et D2 ont obtenu des CUD proches avec respectivement (CUD= 32,62%) et (CUD=29,55%).

Au 15^{ème} jour les calculs effectués en rapporté à La plus forte dose D3 (20%) le CUD le moins important avec (CUD=24,44%), à la 1^{er} et la 2^{ème} dose les CUD Obtenus sont proches et sont estimé successivement à (CUD=53,07%) et (CUD= 55,79%).

D'après GHAOUT(1990), les deux facteurs, température et humidité relative sont deux facteurs qui influencent la prise de nourriture. Toutefois, les conditions de la présente expérimentation sont contrôlées, ce qui laisse présager que la réduction de la consommation est due à la présence des substances secondaires qui peuvent êtres répulsives.

OUTTAR, (2009) signale que l'indices de consommation (IC) obtenu chez les larves de *L. migratoria* traitées au henné (IC=1,47) sont inférieurs à ceux des témoins pulvérisé avec l'eau distillée et celles pulvérisé avec l'eau (IC=2,70) et (IC= 2,44) respectivement.

D'après NIELSEN *etal* ;(1977) la faible consommation des larves de *Phyllotreta undilata* de laplante *Iberis amara* est du probablement à la présence d'une substance inhibitrice qui est la curcurbitacine.

OUTTAR, (2009) ajoute que l'indice de croissance (ICr) obtenu chez les larves de *L. migratoria* traitée au henné (ICr=0,71) est plus élevée que celle des deux témoins étudiés, l'eau distillée (I.Cr.= 0,56) et l'eau (I.Cr.= 0,49) car la croissance des insectes traités au henné est due aux gonflements causés après leurs traitements par ce dernier.

AWAD *et al* ;(1997) indiquent que l'injection de l'azadirachtine à la dose 0,4mg/g d'insecte chez les larves d'*Acheronica styx* (Lepidoptera :sphingidae), aboutit à la réduction du poids chez ces larves suite à la réduction de la conversion des aliments ingérés en masse corporelle (ECI).

D'après OUTTAR, (2009) les larves des L5 de *L. migratoria* traitées au henné ont enregistrées suite à un traitement par contact une (ECD) de 66,43% et une (ECI) de 53,53% et avec le traitement par ingestion une (ECD) de 46,93% et une (ECI) de 38,89%.

OULD AHMEDOU (2001), montre que chez les larves de quatrième stade de *S.gregaria*, élevées séparément sur *Glinus. lotoides*, *Citrillus. colocynthis* et *Triticum sp* ont obtenu respectivement des CUD de 40%, 67% et 85% et des (ECD) de 6,3% et 36,3% avec les deux dernières plantes.

OUTTAR, (2009) annonce, qu'aucune différence significative n'est relevée entre le (C.U.D) des larves L5 de *L. migratoria* traitées au henné par les deux types de traitement contact et ingestion comparativement aux témoins.

D'après HEMOUR (2009), une prise de nourriture importante a été évaluée chez les ailés de *S. gregaria* traités par la dose sub létale de *Metarhizium anisopliae var acridum*. Avec un taux plus élevé chez les insectes traités pour le C.U.D. et des taux faibles chez les individus traités pour (E.C.I.) et (E.C.D).

5. L'effet sur la reproduction des imagos de *Locusta migratoria*

L'observation régulière des lots traité et non traités, nous a révélé de que les individus se sont accouplé pour la première fois en moyenne pour les témoins au 15^{ème} jour après la mue imaginale ; chez les traités avec la solution du datura les accouplements ont débuté aux prés du 16^{ème} jour pour la D1(5%), au 23,67^{ème} jour pour la D2(10%), quant aux lots traités avec la dose la plus élevée aucun accouplement n'a été constaté durant le mois de suivi

Au quotidien les pondoirs ont été vérifié, les premières ponte ont été mises par les femelles témoins de *Locusta migratoria* après 20 jours de leur mue imaginale, soit 5 jours après leur premiers accouplements. Les femelles traitées avec l'extrait du datura à la dose D1 (5%) ont pondu aux alentours de 22^{ème} jour, d'autre par les traitées à la dose D2 (10%) n'ont émis leur première oothèque qu'après 29 jour de leurs mue soit un retard de 9 jours par rapport aux témoins. Cependant avec la plus forte dose D3 (20%) aucune oothèque n'a été pondue.

L'évaluation de la fertilité des femelles par le comptage du nombre d'œufs par oothèque, ont montré que sur les trois premières pontes, prises en considération pour chaque lot, le nombre d'œuf par oothèque est le même chez les témoins comme chez les traités à la dose D1(5%), il est estimé en moyenne à 40, 78 œufs/oothèque, cependant ce nombre est réduit presque à sa moitié pour ponte pondues par les femelles traitées avec la dose D2(10%). Les femelles traitées avec la dose la plus élevée n'ont pas pondue d'oothèque pendant la période de suivi.

Après l'éclosion des œufs, le comptage des larves L1 et le comptage des œufs qui n'ont pas réussi leurs éclosion, ont révélé que le taux d'éclosion entre les non traités et les traités avec la faible dose D1 ne différent pas tellement ; respectivement ils ont compté des taux d'éclosions de 90,67% et de 91,29 %. Une réduction considérable s'est produite avec le

Discussions

traitement à la dose D2 (10%) dont les femelles traités ont donné des oothèques qui ont éclos à 67% seulement soit une réduction de 27% comparées aux témoins.

Nous avons constaté que comme chez les témoins, les traités à la dose D1 le taux des mâles est inférieur à celui des femelles (Sex-ratio=42%); cependant l'écart s'élargit en faveur des femelles pour la descendance provenant des oothèques pondus par les femelles traitées à la dose D2.

Selon CHAPMAN et JOEM (1990), le sexe-ratio d'une grande variété d'espèces d'Acrididae est conforme à l'équilibre entre mâles et femelles. Cependant, ces auteurs reconnaissent que le sujet a été peu exploré.

En effet l'alimentation peut modifier le sexe-ratio comme l'a montré PIKFORD (1962) en élevant *M. sanguinipes* sur des plantes peu nourrissantes.

D'après ALLAL-BENFEKIH (2006), la croissance et le développement des populations sur leblé seul entraîne un biais du sexe-ratio en faveur des mâles.

Cependant, il a été observé que l'augmentation du nombre de mâles à haute température est liée à un mécanisme comportemental, c'est-à-dire que la femelle décide elle-même de pondre plus de mâles dans ces conditions (Brodeur et al.2013).

En conditions d'élevage, MULKERN (1983) n'a jamais observé de déviation par rapport à l'équilibre mâle/femelles chez les larves de la même espèce.

Selon ABBASSI *et al.*, (2003), l'extrait des feuilles de *Peganum harmala* à l'état végétatif a provoqué un retard de la maturité sexuelle de 8 jours chez 100% des femelles de *S.grgaria*, tandis que celui à l'état fructification a provoqué un retard de 6 jours chez seulement 16.6% des femelles traitées.

NASSEH *etal.*, (1992), rapportent que le traitement avec les extraits de méliá sur les individus du criquet pèlerin a retardé la maturité sexuelle ; les imagos issus de larves témoins étaient fertiles à 85 % pour les mâles et à 62 % pour les femelles après 10 jours de la mue. En revanche, les imagos issus de larves traitées, seuls 74 % pour les mâles et 14 % des femelles avaient atteint la maturité sexuelle après 53 jours

BELHADI, (2005) déclare que dans le cas des protéines hydrosolubles et du composé non protéique des extraits de feuilles de *Lonicera japonica* les premières oothèques ont émises respectivement le 13^{ème} jour et le 14 jour après l'émergence *Rosmarinus.officinalis* et celle de *Lonicera japonica*.

D'après OUTTAR, (2009) les femelles de *L. migratoria* traitées au henné ont émis leur première oothèque avec les traitements par contact au 28^{ème} jour et avec les traitements par ingestion au 25^{ème} jour.

Discussions

Selon DE LOOF, (1991), l'extrait de la plante *Ageratum conyzoides*, détruit les corps allates chez certaines espèces d'insectes et arrête la synthèse de l'hormone juvénile qui joue un rôle important dans le contrôle de plusieurs fonctions physiologiques comme la mue et la reproduction. Le produit n'a jamais été commercialisé comme insecticide pour des raisons multiples en autres pour sa toxicité.

ABDELAOUI *et al.*, (2008), montrent que l'acide gibbérellique diminue de façon significative le potentiel reproductif de *Locusta migratoria migratoria* en réduisant la fécondité et la fertilité des œufs pondus. Il provoque aussi un retard de la maturité sexuelle, un prolongement du rythme de ponte et un retard de développement des ovaires.

BELHADI, (2005), Annonce que le nombre d'œuf / oothèque pondue par les femelles de *S. gregaria* traitées à l'extrait de fleurs de *Rosmarinus officinalis* est de 57,8 œuf / oothèque.

D'après ABBASSI *et al.*,(2003), le taux d'éclosion de œufs chez les femelles de *S. gregaria* traitées à l'extrait des feuilles de *Peganum harmala* à l'état végétatif est de 40% tandis que, celles traitées avec l'extrait des feuilles de *Peganum harmala* à l'état fructification ont enregistré un taux d'éclosion de 80%.

CONCLUSION

Conclusion générale

Au terme de cette expérimentation portant sur l'étude de l'effet de L'extrait organique chloroformique de feuilles récoltées à l'état de fructification du *Datura innoxia* (datura) aux trois doses D1(5%), D2(10%) et D3(20%) sur *Locusta migratoria* au stades L4, L5 et imagos. Plusieurs paramètres ont été mesurés visant la mortalité, l'évolution pondérale, le développement des stades larvaires, l'activité alimentaires et quelque variante de la reproduction.

Le suivi minutieux, nous a permis de constater que sur la mortalité, l'extrait c'est révélé acridicide ($P < 0,001$) en causant plus de 60% de mortalité chez les larves du 4^{ème} stade de *Locusta migratoria* en 6 jours seulement après le traitement. des taux de mortalité maximaux dépassants 63%, 70% et 83% respectives aux doses D1(5%), D2(10%) et D3(20%).

Sur les L5, l'effet larvicide de l'extrait est plus marqué car 90% de larves meurent seulement après 5jours et 9jours du traitement respectivement avec les doses D2 (10%) et D3 (20%). 100% de mortalité est obtenu par ces dernières dans le même ordre après une durée de 15 et 19jours.

Un effet moins important que celui enregistré chez les larves est constaté pour les imagos avec les mêmes traitements. En revanche son action n'est pas négligeable. Au 16^{ème} jour qui a suivi les pulvérisations de l'extrait, plus de 40% des individus traités meurent avec la faible D1 et la moyenne dose D2; avec la forte dose D3 ce taux (40%) de mortalité est atteint au bout de 12jours seulement. Constatation faite; les mortalités des traités est proportionnelle aux différentes concentrations testées. Cependant, aucune mortalité n'a été comptabilisée dans les lots des témoins. Ce qui atteste que l'extrait organique du *Datura innoxia* présente une activité larvicide très importante en particulier et une activité acridicide non négligeable.

L'effet de l'extrait sur les durées des stades larvaires, s'est manifesté par un prolongement des durées de développement de ces stades allant jusqu'au blocage de la mue.

L'exposition des larves L4 et L5, à une pulvérisation de l'extrait du datura à différentes doses après 24 heures de leur émergence a montré un prolongement de chaque stade suivant l'ampleur des doses testées. Les larves L4 témoin(D0) ont effectué leurs mue en moyenne après 5,43jours, les larves traitées à la dose D1 (5%) qui ont survécu ont réussi leurs mue après 6jours, d'autre part les larves traitées à la dose D2 (10%) ont mué après 8 jours soit un retard de plus de 2 jours par rapport aux non traités; à la dose D 3(20%) la mue des larves est retardé de plus de 4jours. Le traitement des larves L5 à la faible dose D1 et à la moyenne

Conclusion

dose D2 a provoqué respectivement des retards de 4 et 5 jours par rapport au témoin qui ont mué après 8 jours. Il est à signaler que ces retards sont accompagnés de très importantes malformations au niveau des pattes postérieures et au niveau des élytres, chez les individus immergeant entravant ainsi le déplacement et leur vol. Cependant avec la plus forte doses la plus part des mortalités qui ont été comptabilisées sont survenues suite à un emprisonnement des larves dans leurs exuvies.

Une remarquable réduction de poids est consignée après l'application des différents dosages comparé au poids initiales individus, alors que dans les lots des témoins une augmentation observée chez tous les stades considérées d'autant plus que les individus sont affamés pendant 24heures donc suite à leur grande consommation de nourriture ce gain de poids et très visible.

Durant la période de suivi un poids maximal de 0,60g est atteint par les témoins au 5^{ème} jour, avec un gain de poids total de 0,18g par rapport au poids initial. Les traités aux doses D1 et D2 ont obtenu leur poids maximal de 0,56g et de 0,50g respectivement au 6^{ème} et 9^{ème} jour avec dans le même ordre des gains de poids totaux de 0,15g et 0,13g. Cependant, avec la forte dose D3 le poids le plus élevé qui a été évalué est de 0,42g atteint qu'en 12^{ème} jour, avec un gain de poids total de 0,22g.

Les pesées effectuées sur les juvéniles témoins du cinquième stade ont indiqué un poids maximal de 1,11g au 12^{ème} jour et un gain de poids total de 0,57g soit plus de double du poids initial. Avec le traitement à la dose D1 les larves ont pesé au maximum 0,80g au 12^{ème} jour et ont gagné 0,24g. à la dose D2, un poids maximal de 0,73g a été enregistré au 13^{ème} jour avec un gain de poids total de 0,24g. Quant aux résultats obtenus par l'application de la dose D3, le poids le plus élevé qu'ont obtenu les larves est de 0,90g au 11^{ème} jour, à partir de ce jour les individus perdent du poids jusqu'à leur mort.

Contrairement aux stades larvaires, dont l'évolution du poids fluctue entre perte et gain de poids, le poids des imagos ont suivi une trajectoire différente ou on a enregistré un accroissement pondéral régulier. Après un moi d'observation, les témoins ont pesé 2,16g et ont gagné un poids total de 1,36g. Les individus manipulés au doses D1D2D3 les pesées ont donné respectivement, des poids maximaux de 1,86g, 1,62 et 1,69g et des gains de poids totaux de 0,92g, 0,72g et 0,79g

D'après les résultats obtenus suite à la pulvérisation de l'extrait foliaire du datura sur les larves du quatrième et du cinquième stade criquet migrants, le poids pondéral moyen de ces dernières a subi une réduction considérable comparé au gain de poids enregistré chez les larves témoins. Les pesées au quotidien des imagos traités avec l'extrait du datura ont marqué un accroissement continu durant le mois de suivi mais à degrés différents.

Conclusion

L'activité alimentaire des larves L4, L5 et imagos de *L. migratoria* a été estimée par les quantités de nourriture ingérées et le poids des excréments, indices nutritionnels, qui nous ont permis de constater que chez cette espèce acridienne, la consommation journalière pendant l'expérimentation fluctue au cours du temps chez les traités comme chez les témoins, la quantité de la nourriture ingérée chez les individus traités diminue avec l'augmentation de la concentration de l'extrait végétal.

Le poids des fèces des traités est moins important à celui des témoins. Cette différence est due à l'effet des traitements ; il a été déjà noté que cet extrait végétal entraînaient une diminution dans la prise de la nourriture en occurrence ont un effet sur le rejet de leur excréments.

Pour les larves L4, l'estimation du rapport de la quantité moyenne de la nourriture ingérée sur le poids moyen de l'insecte révèle les indices de consommation les plus faibles sont engendrés par la dose la plus forte; ainsi les larves L4 de *L. migratoria* non traitées ont obtenu un indice de consommation de (IC=0,29) aux premiers jours de suivi, un indice (IC=0,32) au deuxième jour et un indice de (IC=0,17). Quant aux larves traitées à la forte D3 (20%) ont enregistré au premier jour, un indice de croissance de (ICr=0,19), au 2^{ème} jour une nourriture seigne est donnée aux insectes traités, les indices de consommation sont augmentés et s'avèrent plus importants que celui des témoins (IC=0,32). Les doses D3 et D2 ont marqué les indices de consommation les plus élevés à une valeur de (IC=0,4). Concernant les indices de croissance, tout au long de l'expérimentation les larves traitées ont perdu du poids jusqu'au 5^{ème} ou on a constaté une augmentation. Comparé aux indices de croissance induits par les traités aux doses D1, D2 et D3 dont les valeurs sont respectivement (ICr=0,27), (ICr=0,08) et (0,06), celui engendré par les témoins aux derniers jours des observations sont nettement plus élevés (ICr=0,36).

Les larves L4 traitées aux doses D2 et D3 ont utilisé mieux les quantités digérées leurs valeurs sont dans l'ordre (CUD=79,31) et (CUD=82,25) que les témoins (CUD=71,35).

Au premier jour de traitement l'indice de consommation révélé chez les L5 témoins (IC=0,34) est plus important que ceux révélés chez les traités aux doses D1, D2 et D3 dont les indices respectifs sont (IC=0,15), (IC=0,10) et (IC=0,29).;

Pendant les périodes des essais les témoins n'ont pas cessé de croître à l'exception du troisième jour correspondant au moment de la mue ou l'insecte réduit son poids et ces prises de nourriture pour se préparer à la mue, l'indice est passé de (ICr=0,18) au premier au jour à (ICr=0,51) au 14^{ème} jour. Contrairement aux larves traitées qui durant les quatre premiers

Conclusion

jours qui ont suivi les manipulations ont perdu au quotidien du poids et ne commence à en gagner qu'après ce jours mais toujours avec une fluctuation entre un gain et une perte du poids. Les larves L5 utilise plus la nourriture digérée que les larves témoins, au premier jour du traitement les témoins ont eu un (CUD=58,57) les traités au doses D1, D2 et D3 ont eu successivement (CUD=52,19) , (CUD=60,26) et (CUD=87,40).

La perturbation de l'activité alimentaire engendrée par les traitements aux doses D1 D2 D3 est de moindre importance chez les imagos comparée à celle induite chez les stade larvaire

L4 et L5. Depuis le premier jour (IC=0,43) les indices de consommation se réduit légèrement au quotidien et d'une manière régulière chez les témoins pour atteindre (IC=0,22) au 15^{ème} jour de suivi, les indices enregistré chez les traités sont moins élevé sauf pour la dose D1 qui a marqué des indices de consommation les plus importants à partir du 5^{ème} jour (IC=0,33), pour atteindre la valeur la plus élevée au 15^{ème} jour (IC=0,27).

Chez les témoin la croissance des individu est plus prononcée que chez les traités, du jour 1(ICr=0,11) jusqu'au jour 15 (ICr=0,48) les indices de croissance augmente régulièrement, à l'inverse des criquet traités qui ont subi une perte du poids durant les cinq jours qui ont suivi les essais et ne commence à en gagner que a partir du 6^{ème} jours pour signalé au dernier jour de suivi des valeurs de (ICr=0,23) pour les doses D2 et D3 et (ICr=0,35) pour la faible dose D1;

L'utilisation de la nourriture digérée suit un rythme régulier à un niveau plus en moins stable chez les imagos traités et non traités (CUD=50%) sauf la doses D3 qui enregistre des CUD de plus en plus faibles allant jusqu'à (CUD=14,6%) au 14^{ème} jour.

Les adultes de *L. migratoria* témoin ont effectués leur premier accouplement respectivement au 15^{ème} jour, ce délai s'élargit de plus en plus chez les traités en fonction de l'importance des doses utilisées à la dose D2 un retard de 9jours est accumulé. Cependant les individus traités avec la dose D3 (20%) ne se sont pas accouplé durant le mois de surveillance.

Les premières oothèques sont pondus par les femelles non traitées et celles traitées à la doses D1 respectivement après 20,11jours et 21,78 jour, les traitées à la dose D2 les ponte ont lieu après 29jours de la mue imaginale, pour les traités avec aux doses D1 et D2. Ces résultats indiquant que le traitement n'affecté le délai de la ponte qui est pour tous les lots avoisine les 6jours à partir de la date du 1^{er} accouplement.

Le comptage des œufs contenus dans chaque oothèque pondue par les femelles de *L. migratoria* témoins et celles traités à la dose D1 contiennent en moyenne 40,78 œufs/ oothèque, celles issues des femelles traités à la dose D2 ne dénombre que 22,78œufs/ oothèque. On constate que la fertilité des femelles est influencée par la dose D2 mais pas par

Conclusion

la dose D1. Après observation de l'extrémité abdominale de chaque larve issue de ces oothèques nous avons calculé le taux des males par rapport au nombre de femelle

Nous avons constaté que comme chez les témoins, les traités à la dose D1 le taux des males est inférieur à celui des femelles (Sex-ratio=42%); cependant l'écart s'élargit en faveur des femelles pour la descendance provenant des oothèques pondus par les femelles traitées à la dose D2.

Les métabolites secondaires est une grande porte ouverte au chercheurs afin d'exploité de nouvelles voies consolidant les alternatives naturelles trouvées jusqu'ici dans le domaine de la lutte biologique les alcaloïdes est l'une de ces voies qui s'avère très prometteuses

Constatations faites, nous suggérons de poursuivre ce travail en éclaircissant certains points liés au mode d'action et comparer les différents modes de traitement, par ingestion, par contact, par application topique et par injection directe dans l'hémocoel.

- Tester d'autres concentrations
- Evaluer le taux de pénétration de la solution à travers la cuticule de l'insecte.
- Estimer le taux du produit éliminé dans les fèces.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **ABBASSI K., ATAY KADIRI Z. et GHAOUT S., 2004** -Activité biologique desfeuillesde *Calotropis procera* (Ait. R. Br) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk. 1775). *Zool. baetica* , Vol. 15 : 153-166.
2. **ABBASSI K.,ATAY KADIRI Z., GHAOUT S., MERGAOUI L. et STAMBOULI A., 2003** - Effets des extraits de *Peganum harmala* (*Zygophyllaceae*)sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775). *Zool. baetica* , Vol. 13/14 : 203-217.
3. **ABDELLAOUI K., BENHALIMA K. et BENHAMOUDA M. H., 2006** - Activité biologique de l'acide gibbérellique sur le criquet migrateur asiatique *Locusta migratoria migratoria* L. (*Orthoptera ; Acrididae*). *Act. Cong. Intern. Entom. Némat.* (17-20 Avril 2006) , *Inst. Nati. Agro., El-Harrach, Alger* : 248-260
4. **ABOU THIAM.; 1991-** Problématique de l'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte anti-acridienne au Sahel. La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris : 193-206.
5. **ACHEUK F., 2000-***Effet de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres de la biologie et de la reproduction de L. migratoria (Orth. Oedipodinae). Etude de l'efficacité de deux insecticides de synthès : Dursban et Décis au laboratoire, et des perturbations histopathologiques du tube digestif.* Thèse Mag, Inst. nat. agro., El Harrach, Alger, 206 p.
6. **ADABIO 2004** – La pomme de terre (Solanacées). Fiche technique en agriculture biologique. ACTA.
7. **ALBRECHT F O., 1967** -*Polymorphisme phasaire et biologie des acridiens migrants.* Ed. Maisson, Paris, 194 p.
8. **ALLACHE F., 2005–** *Activité biologique d'un dérégulateur de croissance des insectes : L'hexaflumuron sur la cuticule de Locusta migratoria (Linné, 1758) (Orthoptera, Oedipodinae).*Thèse Magister Sci. Agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 186 p.
9. **ALLAL-BENFEKIH L., 2006-***Recherche quantitative sur Locusta migratoria (Orth, Oedipoinae) dans le Sahara algérien. Perspective de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques.* Thèse doct. Univ. Limoges, 140 p.

10. ANTHELME F., WAZIRI MATO M., DE BOISSIEU D. et GIAZZI F., 2006.-
Dégradation des ressources végétales au contact des activités humaines et perspectives de conservation dans le massif de l'Aïr (Sahara, Niger). *La revue en sciences de l'environnement*, vol. 7 (2): 1-12.
11. APPERT J. et DEUSE J, 1982-*Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques*. Ed. Maisonneuve et La rose, Paris, 420 pp.
12. AOUINTY B., OUFARA S., MELLOUKI F. et MAHARI S., 2006 - Evaluation 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.*10(2). PP 67 – 71.
13. AWADE V., 2007 -Atelier international sur l'avenir des biopesticides dans la lutte contre le criquet pèlerin (Sénégal, 12-15 février 2007).*The orthopterist*, 32 p.
14. AZMI M. A., NAQVI S. N. H., AHMADI., TABASSUM R. & ANBREEN B., 1998 - Toxicity of neem leaves extracts (NLX) compared with Malathion (57 E.C.) against late 3 rd instar larvae of *Gulex fatigans* (Wild Strain) by WHO method. *Tr. Jour. Zool.* 22 : 213-218.
15. BADEGANA A M 2003 -Evolution journalière du sex-ratio dans une population de *Mononychellustana*joaBondar (Acari: Tetranychidae) en laboratoire, paramètres de la dynamique des populations. *TROPICULTURA*, 2003, 21, 3 : 101-105
16. BAILLON F., 1992.- Comportement des oiseaux face à la pullulation de *Schistocerca gregaria* au Sénégal (hiver 1988-1989). *L'oiseau et la revue française d'ornithologie*, vol. 62 (4): 4 p.
17. BALACHOWKY A. et MESNIL L., 1936 – *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leur mœurs, leur destruction*. Ed établissement BUSSON, Paris, T. II, PP 1141-1921.
18. BARAT K., 2006- *Contribution à l'étude biologique de Schistocercagregaria (Forskal, 1775) (Cyrtacanthacrididae,Acrididae) et lutte contre ce ravageur*. Mem. Ing. Inst. Nat. Agro.El-Harrach . El-harrach, 79 p.
19. BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOGNAY G., 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.*, n°5 (2) : 85–90.

20. **BEDOS C., CELLIER P., CALVET R., BARRIUSO E. & GABRIELLE B., 2002.** - Mass transfer of pesticides into the atmosphere by volatilization from soils and plants: overview, *Agronomie* (22): 21-33.
21. **BEGON, M., SAIT S.M. et THOMPSON D.J., 1996.** Predator-prey cycles with period shifts between twoandthree-species systems. *Nature*, **381**: 311-315.
22. **BELANGER A. et MUSABYIMANA T., 2005** - Le neem contre les insectes et les maladies. *Centre de recherche et développement horticulture. Journées Horticoles. Québec. 2005.*
23. **BELHADI A., 2005** -*Impact de quelques plantes sur certains paramètres biologiques et physiologiques du criquet pèlerin, Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) en conditions contrôlées.* Thèse Magister Sci. Agro., Inst. Nati. Agro., El Harrach, 186 p.
24. **BEN HALIMA T., GILLON Y., LOUVEAUX A., 1984.** -Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthop. : Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica. Oecol. gêner.*, 5 (4) : 383- 406.
25. **BEZAZ G., 2006** - *Effet de quatre extraits végétaux sur la biologie de S. gregaria (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae).* Mem. Ing., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 74 p.
26. **BHAT S.V., NAGASAMPIGI B.A. et SIVAKUMAR M.; 2005;** Chemistry of Natural Products; Ed 1: NAROSA, SPRINGER: 115-252.
27. **BHATTIPROLU S., MULLER T. & REMBOLD H., 1989** - Inhibition of turn over of neurosecretion by azadirachtine in *Locusta migratoria*. *J. Insect Physiol.* 33(7) : 493-500.
28. **BLUM, A., 1983** - *Detoxification, desactivation and utilization of plant compounds by insects.* *In plant resistance to insects.* Ed. Hedlin P. A. : 255-275.
29. **BEN HALIMA T., GILLON Y., LOUVEAUX A., 1984.** -Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthop. : Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica. Oecol. gêner.*, 5 (4) : 383- 406.
30. **BIANCHINI F., CORBETTE F., 1975-** *Guide vert des plantes médicinales.* Ed. Fernand Nathan, Paris, 120P.
31. **BIANCHINI F., PANTANO A. C., 1986** - *Guide vert des plantes et des fleurs.* Ed. Solar, London, 125P.
32. **BONNEMAISON L., 1961** -*Les ennemis animaux des plants cultivées et des orêts.* Ed.Sep, T.I, Paris, 599p.

33. BOUE H., et CHANTON R., 1978 -*Biologie animale, zoologie I, invertébré* , 3^{ème} édition, Ed. DOIN : 510-520.
34. BOUGUERRA ML. 1991-Problèmes et perspectives de la lutte acridicide *La lutte anti-acridienne*. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris : 239-266.
35. BOUNHIO L., 1980 -*Larves et métamorphoses*. Ed. PUF. Paris. 299 p.
36. BOURIQUET G., 1968 - *Invasion des sauterelles*. Ed. Atlas (20). PP 34 - 43.
37. BRUNETON J. ; 1987 ; Elément de phytochimie et de pharmacology; Ed: LAVOISIER ; p : 156 -160.
38. BRUNETON J., 1995-*Pharmacognosy, phytochemistry medicinal plants*.Ed. Lavoisier,Paris, 915P.
39. CHAMPY P., 2008 - Plantes toxiques, 5è a. officine, UFR Pharmacie, Univ Paris-Sud11. 47 p.
40. CHAPMAN R.F. et JOERN A., 1990- Biology of grasshoppers. John Wiley & Sons ed., New York. 563 pp.
41. CHOPARD L., 1943 - *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Ed LAROSE, Paris, 447 p.
42. CHOPRA I C., ABROLE B K. et H A N D A K L. 1960 - Les plantes médicinales des régions arides considérées de point de vue botanique. Drug Research Laboratory, Jammu (Inde). UNESCO. Rennes. PP 11-57.
43. CRESSMAN K. & DOBSON H.M., 2001 -Desert Locust Guidelines: Appendixes. Ed. FoodAlimentation Organisation (F.A.O.), Rome, 171 p.
44. DAHOUN G., 2000 - *Activité biologique d'un dérégulateur de croissance le teflubenzuron sur le cinquième stade larvaire de Locusta migratoria* (Linné, 1758). Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 175 p.
45. DAUBRESSE M., 2008 – Essai de monographie du genre Datura L. 10P http://www.lucidstate.org/wiki/FAQ_Datura. Novembre 2008. 10 p.
46. DE LOOF A., 1991 - *Les possibilités des hormones d'insectes dans la lutte anti-acridienne. La lutte anti-acridienne*. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris : PP 141-147.
47. DE VISSCHER M N. 1991-L'environnement et la lutte anti-acridienne les perspectives et les contraintes de la recherche. *La lutte anti-acridienne*. Ed. AUPELF-UREF, John LibbeyEurotext, Paris : 219-227.

- 48. DIOP B. & WILPS H., 1997** - *Field trials with neem oil and Melia volkensii extracts on S. gregaria*. pp. 201-207 in KRALL S., PEVELING M. and DIALLO D., *New Strategies in Locust Control*. Ed. Birkhäuser, Basel, Switzerland, 522 p.
- 49. DOUMANDJI-MITICHE B. et DOUMANJI S., 2007** - Etude de quelques agents biologiques en vue de leur utilisation en lutte anti-acridienne : cas de *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* sur *Schistocerca gregaria*. *Atelier international sur l'avenir des biopesticides en lutte contre le criquet pèlerin*, 12-15 février 2007, Saly, Sénégal, PP 29.
- 50. DOUMANDJI-MITICHE B., HALOUANE F., CHAHBAR N., AGRANE S., MERABTI N., SEDDIK A. et DOUMANDJI S., 1997** - Note sur la présence de l'entomopathogène *Beauveria bassiana* (hyphomycetes, *deuteromycotina*) sur *Schistocerca gregaria* sur terrain a Adrar. Effet sur le rythme cardiaque et la respiration de cet acridien. *Med. Fac. Landbouww.Univ. Gent.*, 62 / 2b : 499 – 506
- 51. DOUMANDJI-MITICHE B., KAIDI N. et HEMOUR S. I., 2006** – Effet de *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* sur le rythme respiratoire circulaire et sur l'hémolymphe de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (Orthoptera- Acrididae). *Congrès International d'Entomologie et de Nématologie, 17-20 avril 2006, Inst. Nati. Agro., El-Harrach, p. 72.*
- 52. DUCROCQ C., 1994-** Genetic transformation in medicinal plant: *Datura innoxia* Mill by *Agrobacterium tumefaciens* and *Agrobacterium rhizogenes* and contribution to the study of secondary metabolites. TH. Doctorat de 3ème cycle en physiologie végétale approfondie, Paris, 72P.
- 53. DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982** -*Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Ed.GERDAT, Paris, T.I, 695p.
- 54. DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990** -*Le Criquet pèlerin au Sahel*. Coll.Acrid.Opert. Ed.CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 343p.
- 55. EYOG MATIG O, ADJNOHOUN E., DE SOUZA S. et SINSIN B., 1999** - Programme de ressources génétiques forestières en Afrique au sud du Sahara (programme SAFORGEN). *Compte rendu de la première réunion du Réseau* 15-17 Décembre, 147 p.
- 56. FAO., 2005** - Rapport de la troisième réunion des chargés de liaison EMPRES/RO. Dakar. Sénégal. 76 p.
- 57. FAO., 2007-** L'avenir des biopesticides en lutte contre le criquet pèlerin. *Atelier International.* 12-15 février 2007, Saly. Sénégal, 32 p.

58. FARROW R. A., NICOLAS G., DOWSE J. E., 1982. -Migration in the macropterous form of the wingless grasshopper, *Phaulacridium vittatum* (Sjöstedt) during an outbreak. *J. aust.ent. Soc*, 21 : 307-308.
59. F.F.E.M., 2005 -Fonds Français pour l'environnement mondial. Traitement environnemental de la lutte antiacridienne en Afrique de l'ouest et du Nord-Ouest Pays Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie, Mauritanie, Sénégal, Mali, Niger et Tchad. 3p.
60. FRANKEL G S., 1959 - Theraison of secondary plant substances. *Science*, vol. 129: 1466-1470.
61. GBADAM F 2004- Lutte anti- acridienne en Afrique qui arrive à contretemps. Art . Publie 9-9 – 2004, 3 pp.
62. GHAOUT S., 1990 -*Contribution a l'étude des ressources trophiques de Schistocerca gregaria(Forskal,1775) (Orthoptera,Acridida) solitaire en Mauritanie occidentale et teledetection de ses biotopes par satellite*. Thèse doct., Univ. Paris- Sud., Orsay, 241 p.
63. GILLON Y. 1989.- Le risque acridien. pp 143-152
64. GIRARDIE J., 1991-*Structure des glandes endocrines et chimie des hormones des criquets grégarisables.La lutte anti-acridienne*. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris : 101-117.
65. GONCALVES R S., MELLO L D., 2001- Electrochemical investigation of ascorbic acid adsorption on low-carbon steel in 0.50 M Na₂SO₄ solutions *Corrosion Science*, Volume 43, Issue 3, March 2001, pp 457-470.
66. GONTIER E., 1993-*Etude de la production d'alcaloïdes tropaniques chez le Datura innoxia Mill. Cultivé in vitro. Impact physiologique de l'immobilisation des cellules au sein d'une matrice d'alginate de calcium*, thèse de doctorat, université de Picardie Jules- Verne, Amiens, 208p.
67. GOULLE J. P. et PEPIN G., DUMESTRE – TOUTELT V., LACROIX C., 2004 – Botanique, chimie et toxicologie des solanacées hallucinogènes: Belladone, datura, jusquiame, mandragore. *Annales de Toxicologie Analytique*, vol. 1, n. 16, 34P.
68. GRASSE P P, 1979 –*Abrégé de zoologie- Invertébrés*. Ed. MASSON, 175 p.
69. GREATHEA D J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M. H. et POPOV G. B., 1994 – *Les ennemis naturels des criquets du Sahel*. Ed. C.I.R.A.D./ P.R.I.F.A.S, Paris, 'Collection Acridologie Opérationnelle' n^o 8.85 p.

- 70. GREATHEAD D J. & PRIOR C., 1990** - The regulations of pathogens for biological control with special reference to locust control. *Workshop on Health and Environmental Impact of Alternative Control Agents for Desert Locust control. Oslo, Norway.* 14.-17. January : 67-80.
- 71. GRICHANOV I.Y. et SAULICH M.I., 2003-** The area and zones of mass outbreaks of the Migratory Locust (*Locustamigratoria* (L.)). http://www.agroatlas.spb.ru/pests/Metadata/Meta_Locusta_migratoria_en.htm
- 72. GUENDOZ- BENRIMA A., CHARA B., DURANTHON J. F. et DOUMANDJIMITICHE B., 2002** - Caractérisation, par la végétation, des biotopes de multiplication et de grégarisation de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acridida) dans le Sud algérien. *Revue de cytologie et biologie végétales – Le Botaniste* 2002. 2/3 : 13-26.
- 73. GUIGNARD J. L., COSSON L., HENRY M., 1985-***Abrégé de photochimie.* Ed. Masson. Paris. 224P
- 74. HALOUANE F., 2008** - *Recherche sur l'acridopathogène Beauveria bassiana (Hyphomycète, Deuteromycotina) : Biologie, production et application sur Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) et Locusta migratoria (Linné, 1758) (Orthoptera, Acrididae).* Thèse de Doctorat d'Etat, Inst. nati. agro. El Harrach, 190 p.
- 75. HAMADI K., 1998** - *Bioécologie de faune orthopterologique en Mitidja, étude de l'activité biologique d'extraits de plantes acridifuges sur Aiolopus strepens (Latreille, 1804) (Orthoptera-Acrididae).* Thèse Magister, Inst. nation. agro., El- Harrach, 197 p.
- 76. HARGREAVE S., 1926-** Report on the entomological section –*Annual report, Lends ant Forests Department, Sierraleonne* : 21-27.
- 77. HARROY JP. 1985** - La lutte antiacridienne et Hans Bredo. ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER Classe des Sciences naturelles et médicales Mémoires in-8°, Nouvelle Série, Tome X X , fasc. 4, Bruxelles, 1985.
- 78. HASSANALI A., NJAGI P.G.N. & BASHIR M. O., 2005** - Chemical ecology of locusts and related acridids. *Annu. Rev. Entomol.* 50 : 223-245.
- 79. HAWAS D., BEN HALIMA-KAMEL., et BEN HAMOUA M. H. 2007** – activité bio-insecticide des extraits des fleurs de 5 espèces de Chrysanthemum contre le Tribolium roux de la farine. *Journées Internat. Zool. agri. et for., 8 - 10 avril 2007, Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach,* 209 p.

80. 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.
81. HENRY J F. & OMA E A., 1981- Pest control by *Nosema locustae*, a pathogen of grasshoppers and crickets. In *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*. Ed. Burges, H. D. Academic Press, London: 573-586.
82. HESSE M.; 2002-ALKALOIDS: Nature's Curse of Blessing? ; Ed: WILEY-VCH; p: 1-12.
83. HOPKINS W. G., 2003- Physiologie végétale. Ed. De Boeck Université, Bruxelles, 514P.
84. HUBER U., 1998- Analysis of Atropine in Belladonna extract (*Atropa belladonna*) by HPLC, Agilent technologies. Publication.Number, pp 5968-2975
85. HUNTER D. M., 2007.- Application de Green Guard *Metarhiziumanisopliae* var. *acridum* contre la Criquet migrateur oriental *Locusta migratoria manilensis* en Chine. Atelier international sur l'avenir des biopesticides en lutte contre le criquet pèlerin. Ed. FAOUN, Sénégal: 32 p.
86. JOERN A., 1982 - Vegetation structure and microhabitat selection in grasshoppers (Orthoptera : Acrididae). *The southwest.Nat.* 27(2) :197-209.
87. JOUZIER E., 2005 -Solanacées médicinales et philatélies. *Bull. Soc. Pharm.* Bordeaux : 311-332.
88. JUDD W.S., CAMPBELL C.S., KELLOGG E.A. et STEVENS P.; 2002; *Botanique Systématique: une perspective phylogénétique*; Ed 1: DEBOECK; p: 84-336.
89. KING R.L. & TAYLOR A.B., 1936 – *Malpighamoeba locustae* n. sp. (Amoebidae), a protozoan parasitic in the malpighian tubes of grasshoppers. – *Trans. Amer. Micro. Soc.*, 55 : PP 6-10.
90. KLEESPIES R.G., HUGER A.M. & STEPHAN D., 2000 -*Diagnosis and pathology of diseases from locusts and other orthopterans*. Ed. GTZ (Eschborn, Germany) and BBA (Darmstadt, Germany), 43 p.
91. LATCHINNSKY A.V et LAUNOIS-LUONG M.H., 1992 - *Le criquet marocain Dociostaurus marocanus* (Thunberg ,1815) dans la partie orientale de son aire de distribution .Ed . Cirad- P.rifas., Montpellier, 1 P.
92. LAUNOIS-LUONG M.H. et POPOV G.B., 1992 - *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Acrididae, Cyrtacanthacridinae*). Ed. C.I.R.A.D./ P.R.I.F.A.S, Paris, 40 p.

93. **LE BERRE J. R., ROUSSSILHON C. et LAUGE G., 1977** - Activité alimentaire d'une souche de *Locusta migratoria* soumise à diverses conditions d'élevage. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, Vol 9 : 515-525.
94. **LECOQ M., 1991** -*Enseignements de la dernière invasion et perspectives offertes par la biomodélisation*. Ed. AUPELEF- UREF. John Libbey Eunotext, Paris, 98 p.
95. **LECOQ M., 2004** - *Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin*. Ed. C.I.R.A.D./P.R.I.F.A.S/Sécheresse 15(3), Montpellier : 217-224.
- LECOQ M., 2005.-** *Enseignement de la récente invasion du Criquet pèlerin en Afrique*. Ed. CIRAD, Montpellier, 17 p.
97. **LEGALL P., 1989** - Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les *Acridoidea* (Orthoptères). *Bull. Ecol.*,T.20 : 245-264.
98. **LOUVEAUX A., GHAOUT S et GILLON Y., (1990)** - Fonctionnement de l'aire de reproduction hivernale du criquet pèlerin en Mauritanie. *ANPP-2^{ème} conférence internationale sur les ravageurs en agriculture ; 4, 5,6 Décembre 1990*. 7 p.
99. **LUONG-SKORMAND M.H., RACHADI T. et LECOQ M., 1999** -*La lutte contre les criquets ravageurs : l'intérêt des myco pesticides*. Ed. C.I.R.A.D / P.R.I.F.A.S. n°19, Paris. (Disponible sur [http://www.inra.fr/dpenv/ do.htm#d19](http://www.inra.fr/dpenv/do.htm#d19))
100. **MAHDJOUR N., 1988** - Le problème du criquet pèlerin et les perspectives de sa solution. *Bureau Régional FAO/Accra, Ghana.Nature et Faune*,N° 4 : 16-20.
101. **MAKKAR H.P.S., SIDDHURAJU P. et BECKER K.; 2007**; Plant Secondary Metabolites, *Methods in Molecular Biology* 393; Ed: HUMANA PRESS : 67-111.
102. **MALLAMAIR E., 1937** - Les principaux nématodes, Myriapodes et insectes parasites des cafiers cultivés dans l'Ouest africain – français. *Annales agricoles de l'Afrique Occidentale Française et étrangère* 1(1) : 1-45.
103. **MARNOTTE P., CARRARA A., DOMINATI E. et GIRARDOT F., 2006** -*Plantes rizières de Camargue*. Ed QUAE. Montpellier 111 p.
104. **MAURO NEVES MUNIZ.** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. Other. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, **2006**. French.<tel-00129103>. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00129103/document>
105. **MCLAUGHLIN R. E., 1971**-*Use of protozoa for microbial control of insects*. In *Microbial Control of Insects and Mites*. Ed. Burges, H. D. & Hussey, N. W. London, New York: Academic Press 6: 151-172.

- 106. MEINZINGEN W.F., 1997-** Overview and challenges of new control agents, pp.105-115 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. BirkhäuserVerlag, Basel/ Switzerland, 522p.
- 107. MESTRE J., 1988** –*Lesacridiens des formations herbeuses de l’Afrique de l’Ouest*. Ed.C.I.R.A.D / P.R.I.F.A.S. Départ G.E.R.D.A.T. Montpellier.330 p.
- 108. MILNER R.J., 2000-** Current status of *Metarhizium* a mycoinsecticide in Australia. *Biocontrol News and Information*, 21(2): 47-50.
- 109. MOUFFOK B., RAFFY E., URRUTY N. et ZICOLA J., 2008** - Le neem, un insecticide biologique efficace. Département : Génie Biologique : 1-12.
- 110. MOUMEN K; 2005** - L’invasion acridienne 2003/2004 en Algérie : Gestion des moyen pour faire face. VI^{ème} Journée Nationale d’Agronomie. 6 Mars 2005. *El-harrach*. 12 p.
- 111. MOUSSA A., 2003** -*Effet de l’huile de neem sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de Locusta migratoria* (Linné, 1758) *et Locusta migratoroides* (R. et F., 1850) (Orthoptera, Oedipodinae). Thèse Magister, Inst. nati. agro. El-Harrach, 123 p.
- 112. MULKERN G.B., 1983-** Sex Ratios of *Melanoplus sanguinipes* and other Acrididae (Orthoptera). *Journal of the Kansas Entomological society* 56(4) : 457-465.
- 113. NASSEH H.S., KRALL H., WILPS H. et SALISSOU G.B., 1992** - Les effets des inhibiteurs de croissance et de biocides végétaux sur les laves de *Schistocerca gregaria* (Forsk.,1775). *Sahel pv. Info. Bull. Inform. Protect. Végétaux. UCTR/PV n° 45* : 5- 9.
- 114. NEGRILA M., 2005** - *Cercetari privind elaborarea unui sistem de agricultura durabila pentru conditiile din Dobrogea. PhD Thesis*. Université des sciences agronomiques et médecine vétérinaire de Bucarest, Faculté d’agriculture,286 p.
- 115. NEWMAN D.J. et CRAGG G.M., 2012.** – Natural Products As Sources of New Drugs over the 30Years from 1981 to 2010. *J. Nat. Prod.*, 75 : 311-335.
- 116. NICOLAS G. MORERE J. L., FARROW R. A., 1985.** - Phénologie d'une population de *Phaulacridium vittatum* Sjost (Acrididae) en Nouvelles Galles du sud, Australie. Influence de la densité de population sur le polymorphisme phasaire. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 110 (4) : 409-411 .
- 117. NIELSEN J K., MELCHIOR L. E & SORENSEN H, 1977-** Curcubitacine *E* and *I* in *Iberis amara* : Feeding inhibitors for *Phylotreta undilata*. *Phytochemistry*, Vol. 16 : 1519-1522.

118. NORRIS M. J., 1954 - Sexual maturation in the desert locust (*Schistocerca gregaria* (Forskål. 1775) with special reference to the effects of grouping. *Anti-Locust Bull.* 18,43 p.
119. ONU, 2014 -Département des affaires économiques et sociales. Division de la population mondiale en 2014. Rapport concis, New York 2014, 48 P.
120. OULD ELHADJ . M.D, 2002 -Etude du régime alimentaire de cinq espèces Acridiens dans les conditions naturelles de la cuvette de Ouargla, (Algérie). *L'entomologiste*, 58 (3-4) : 197- 209.
121. OULD ELHADJ. M.D ,2002 -Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. *Cahiers Sécheresse*, Vol 13 (1) : 37-42.
122. OULD EL HADJ M D., BOUZIANE N., MINAMI A. et OULD EL HADJ-KHELIL A. 2011. Problèmes de la lutte chimique au Sahara algérien: cas des acridicides. *Algerian journal of arid environment*. vol. 1, n° 1, Janvier 2011: 77-83
123. OTTE (D), 1977-Species richness patterns of new world desert grasshoppers in relation to plant diversity. *J .biogeogr.*3 : 197-209.
124. OULD AHMEDOU M.L., BOUICHI A. et IDRISSE HASSANI L.M., 2001 - Mise en évidence du pouvoir répulsive et toxique de *Glinus lotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål ;1775) (*Orthoptera, Acrididea*). *Zool.baetica*, n°12 : 109-177.
125. OULD ELHADJ M.D., 2002 - Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. *Science et changements planétaires/ Sécheresse* 13 : 37-42.
126. OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN- BADJO A. et HALOUANE F., 2002 - Etude de cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) sur chou (*Brassica oleraceae*). *Journées techniques phytosanitaires. INPV* : 86-91.
127. OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN- BADJO A. et HALOUANE F., 2003 - Etude comparative de la toxicité de trois substances acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål ;1775) (*Orthoptera,Acrididea*). *Courrier du Savoir.N°03, Janvier* 2003 : 81-86.
128. OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN- BADJO A., HALOUANE F. et DOUMANDJI S., 2005 - Etude de la toxicité de trois plantes acridifuges chez *Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 (*Orthoptera, Cyrtacanthacridinae*). *Journées nati.*

Zool. agri. for., 19 - 21 avril 2010, Dép. Zool. agri. for., Ecole nati. sup. agro., El Harrach, p. 90.

- 129. OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN- BADJO A. et HALOUANE F. et DOUMANDJI S., 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*). *Sécheresse*, **17 (3)** : 407-414.
- 130. OUTTAR F., 2009** - *Utilisation de trois biopesticides sur le criquet migrateur Locusta migratoria (Oedipodinae ; Acrididae) (Linné ;1758)*. Thèse Magister, Inst. nati. agro. El Harrach, 186 p.
- 131. PARIS R. et DILLEMANN G., 1960** - *Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout de point de vue pharmacologique*. Ed. UNESCO. Rennes : 57-99.
- 132. PASTRE P., SMOLIKOWSKI S. et THEWYS G., (1988)** - *La lutte anti acridienne dossier déltaméthrine* ; Ed. ROUSSEL UCLAF. Paris, 127p.
- 133. POPOV G.B., DURANTON J.F. et GIGAULT J., 1991-** *Etude écologique des biotopes du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål,1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae) en Afrique du Nord Occidentale*. Ed. C.I.R.A.D./P.R.I.F.A.S, Montpellier, 743 p.
- 134. POPOV G.B., LAUNOIS-LUONG M.H. et VAN DERWEEL J.J., 1990-** *Les oothèques des criquets du Sahel*. Ed. C.I.R.A.D./P.R.I.F.A.S, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°7', Montpellier, 153p.
- 135. RACCAUD-SCHOELLER J., 1980** - *Les insectes. Physiologie, développement*. Ed. Masson, Paris, 296p.
- 136. RACHADI T., 1991** - *Précis de lutte anti-acridienne : la pulvérisation des pesticides*. Ed. CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 312 p.
- 137. RAO P.J. & MEHROTRA K.N., 1977** - Phagostimulants and Antifeedants from *Calotropis gigantea* for *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *Indian Journal of Experimental Biology*, n°15(2) : 148-150.
- 138. RAO P.J. & SUBRAHMANYAM B., 1986** - Azadirachtin induced changes in development, food utilisation and haemolymph constituents of *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *J. Appel. Ent.*, 102 : 217-224.

- 139. REMBOLD H., 1997** - *Melia volkensii: a natural insecticide against desert locust*, pp.185-191 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*. Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522 p.
- 140. ROMAN G. V. et NISTORE E., 2007** - Agriculture biologique – Stratégie pour nourrir le monde, protéger les écosystèmes naturels et préserver la biodiversité. 37 p.
- 141. ROTH M., 1974** – *Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes*. Ed. O.R.S.T.O.M. N°23. Montpellier.183 p.
- 142. SCHMUTTERER H., 1993** - Some effects of neem (*Azadirachta indica*) products on locusts and grasshoppers. *World Neem Conference, 24-28 février 1993, Bangalore, India*: 44-58.
- 143. SYMMONS P.M. et CRESSMAN K., 2001** - *Directives sur le criquet pèlerin : Le criquet pèlerin, biologie et comportement*. Ed. Food Alimentation Organisation (F.A.O), Rome, 43 p.
- 144. TAIL G., 1998** -*Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de Schistocerca gregaria (Forskal, 1775) (Orthoptère, Acrididae). Efficacité entomopathogène de Pseudomonas fluorescens (Pseudomonadaceae) sur quelques aspects physiologiques du criquet pèlerin*. Thèse Mag, Inst. nat. agro., El Harrach, 190 p.
- 145. TAIL G et DOUMANDJI -MITICHE B., 2005** - Effet acridifuges 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 Nationale d'Acridologie. PP 17.
- 146. TAYLOR A.W.et SPENCER W.F., 1990.**-Volatilization and vapour transport processes. *In Pesticides in the soil environment. Soil Sci. Soc. America Book Series, n°2, Madison, WI, USA*: 213-269.
- 147. TIRA R., 1975** -*Elevage du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskal, 1775) sur milieu nutritif artificiel. Son intérêt en entomologie appliquée*. Thèse Doct.Ing. Inst.sci.nat., Paris-Sud, Orsay, 45 p.
- 148. ROBERT F. M., et WINK M. (1998)** - Alkaloids, biochemistry, ecology, and medicinal application. Ed. New York, pp: 1-7.

- 149. ROLARD B., 2002-** Pollution chimique et radioactivité Les plantes au secours des hommes.
[Http://www.persso.club-internet.fr/phyto2000/pollution.html](http://www.persso.club-internet.fr/phyto2000/pollution.html).
- 150. STAAL G.B., 1982-** Insect control with growth regulators interfering with the endocrine system. *Entomol. Exp. & Appl.*, 31: 15-23.
- 151. STOCKIGT J., SHELUDKO Y. UNGER M., GERASIMENKO I., WARZECHA H. et STOCKIGT D., 2002-** High- performance liquid chromatographic, capillaryelectrophoretic and capillary electrophoretic-electrospray ionisation mass spectrometric analysis of selected alkaloid rroups. *Review.Journal of chromatography A*, 967:p85-113.
- 152. SYMMONS P. M. et CRESSMAN K., 2001.-** *Directive sur le Criquet pèlerin 1. Biologie et comportement*. Ed. FAOUN, Rome, 43 p.
- 153. SYMMONS P., 1997-** Desert locust control strategies, pp. 445-452 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. BirkhäuserVerlag, Basel/ Switzerland, 522p.
- 154.TINGLE C.C.D., RAHOLIJAONA, ROLLANDSON T., GILBERTE Z. and ROMULE R., 1997-**Diflubenzuron and locust control in south- western Madagascar: relative abundance of non-target invertebrates following barrier treatment, pp. 385-387 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. BirkhäuserVerlag, Basel/ Switzerland, 522p.
- 155. TIRCHI N., 2008 -***Effet de trois dérégulateurs de croissance des insectes (IGRs) sur les larves du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae)*.Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 174 p.
- 156. PAN UK (PESTICIDE ACTION NETWORK UK) 1998**–La lutte raisonnée: La lutte contre le criquet pèlerin en Afrique, Note N° 4, avril 1998
- 157. PELET J., 2012 -** Les Solanacées, travail de maturité 30P.
<http://www.auguste-piccard.ch/pages/TM-PDF/TM2012/TM2012Pelet.pdf>.
- 158. PETIT D., PICAUD F. et ELGHADRAOUI L., 2006-** Géométrie morphologique des ailes des Acrididae (Orthoptera, Caelifera) : sexe, stridulation, caractère. *Annales de la Société entomologique de France*,
- 159. PICKFORD R., 1962-** Development, survival and reproduction of *Melanoplusbilituratus*(Wlk.) (Orthoptera:Acrididae) reared on various food plants. *Can. Entomol.* 94: 859-869.

- 160. PHILOGENE B. J. R., 1991.-** L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris: 269-278.
- 161. PRIOR C., JOLLANDS P. et LE PATOUREL G. (1988)** - Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 52 : 66-72.
- 162. QUENTIN J. C. et SEUREAU C., 1975.-** Sur l'organogenèse de *Seuratum cadarachense* (Desportes, 1947) (Nematoda- Seuratoidea) et les réactions cellulaires de l'Insecte *Locustamigratoria*, hôte intermédiaire. *Z. Parasitenk*, vol. 47: 55-68.
- 163. QUEZEL P. et SANTA S., 1962** – *Nouvelle flore d'Algérie et des zones désertiques*. Tome II. Ed. CNRS, Paris, 1170P.
- 164. UVAROV B.P., 1929** - Phases of locusts and their inter-relations. *Bull. Ent.research, London*, n°3 : 261-265.
- 165. UVAROV B.P., 1966.** – Grasshoppers and Locusts. A handbook of general acridology. – *Anti-Locust Research Centre / University Press. Cambridge. Vol. 1*, 481 p.
- 166. VERCAUTEREN J., 2007-**Pharmacognosie Spéciale - Drogue à mévalonates - Drogue atérpenoïdes-Drogue à hétérosides sapanosidiques– Généralités - Plan Formules, Plan du cours de pharmacognosie - Formation commune de base, édition 2007.
- 167. VIGNERON J.P., 1978** – Substances anti-appétites d'origine naturelle. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, vol. 10, N°4: 663-694.
- 168. WALDBRAUER G. P., 1968** - The consumption and utilization of food by insect. *Advances in Insect Physiology*. 5 : 229-288.
- 169. WALTON N.J. et BROWN D.E.; 1999** Chemical from Plants: Perspectives on plant secondary products; Ed: WORLD SCIENTIFIC : 1-14.
- 170. WILPS H. et NASSEH O., 1995** -Essais sur le terrain avec des substances végétales, des mycocides et des inhibiteurs de la synthèse de chitine, Allemagne.

**INSECTICIDE ACTIVITY OF *DATURA INNOXIA* ON MIGRATORY LOCUST:
LOCUSTA MIGRATORIA (LINNÉ, 1758) (OEDIPODINAE, ACRIDIDAE)**

AATIKA BOUBEKKAKAHINA BELMADANI & MOUHOUCHE FAZIA

Department of Agricultural and Forestry Zoology, Agronomical Upper National School, El-Harrach, Algeria.

ABSTRACT

The purpose of this work is to study the insecticide effect of plant extracts aqueous *Daturainnoxia* on the fifth instars larvae of migratory locust: *Locusta migratoria*. This effect is measured by the rate of mortality, length of larval stages, the weight change and feeding activity.

Both extracts caused mortality of 56.67% is achieved on the 7th day from, extensions of the durations of larval stages ranging from 4 days to 6 days. The insecticidal effect of these extracts was demonstrated by a decrease in weight gain, disruption of feeding and activity.

KEYWORDS: Migratory Locust, *Locusta migratoria*, Datura, Locust Control Strategy, Plant Extract

INTRODUCTION

There are 12000 locust species in the world; 500 species can cause damage and 20 of them are considered pests fierce. In front of the damage inflicted by locusts on natural vegetation, pastures and crops and calamities that may arise due to their attacks; a major concern of responsible locust control is to identify and minimize losses by maintaining sustainable locust populations in solitary phase (or low transient) and that by using a series of methods of destruction. Interrupting the dynamics of a locust plague involves excessive use of chemical inputs they considered a temporary measure to deal with critical situations. These insecticides are very persistent and can persist for long periods in soil, plant tissue and animal fats which constitute a danger to public health and a brake on the development and culture, as an example in the Sahel and West Africa the locusts cause an annual average loss of grain production in the order of 30%.

Indeed in Africa, especially the West, the Sahel and South Grand Maghreb, suffer the pangs together of two evils, we do not really know that stronger dangerousness:

On the one hand, the locust invasion and its immediate damage, massive but passenger; on the other hand, large-scale spraying of chemicals whose effects is pernicious fear of long-term risks.

Against locusts, that preventive control (in a built-in setting) is receivable, at a time economic and ecological; all other shape of struggle is a confession of failure. However, we must admit that the curative struggle must be again often exercised and, in this case. All intervention must be efficient; because we must act quickly and efficiently to get the maximum of results with the minimum of means.

To achieve this goal without the disadvantages of exposure to synthetic pesticides, it is interesting to find other methods and alternatives, crop protection. Already, the insecticidal effects of some plants have been proven by many authors. In this context adds our study is to measure the insecticidal activity of aqueous extract of *Datura innoxia* L. *migratoria*,

Datura innoxia:

The datura is common plants of waste places, roadsides and fields. Sometimes ornamental.

D. innoxia Mill. Hardy annual plant that grows in clumps from a height of 90-120 cm. Its powerful rod, yellowish green, branches dichotomously. Its alternate leaves are oval, elongated broad petiole pubescent. Flowers, white or lilac, are large (6-10 cm), solitary, funnel-shaped pleated. It flowers from July to October. The fruit is a spiny capsule ovoid. (MARNOTTE et al., 2006). The fruits, which are roughly 5 cm long and 4 cm in diameter, shape of the oval ranges in the conical shape; four valves open at the top, releasing a long central column bearing many light brown seeds.

The important vegetative development of the *Datura* actually a very competitive weed for summer crops (corn, soybeans, various vegetables ...). Its toxicity and its psychotropic qualities earned him the name of the herb devil. (MARNOTTE et al., 2006). *Datura* is a weed that grows all along roadsides. The *datura* were used by many traditional societies for their psychoactive and hallucinogenic properties, they are rich in alkaloids (hyoscyamine, atropine and scopolamines) in all organs and are poisonous and toxic.

Toute la plante est toxique. Feuilles, fleurs, graines sont employées à des fins toxicomanogènes (ingestion directe, infusions et fumées). (CHAMPY, 2008). En Chine, du Xe au XVIIe siècle, le *datura* était utilisé dans un mélange de vin et du cannabis préconisé comme anesthésique ou broncho-dilatateur. Ses propriétés ont longtemps été utilisées dans la pharmacopée notamment sous forme de cigarettes anti-spasmodiques. (DAUBRESSE, 2008).

The leaves and flowers are used to relieve rheumatic pain, fungal infections (JOUZIER 2005). They offer interesting possibilities because we can extract scopolamine, an alkaloid used as pre-anesthetic in surgery and obstetrics. The yield ranges from 1100 until 1700 kg leaves and 800 kg seeds per hectare.

Materials and methods:

Biological material:

For this study, the strain of *Locusta migratoria* comes from individuals caught in a wheat crop conducted under pivots in the Adrar region in Algeria in March 2008.

The breeding is kept in the Department of Zoology at the ENSA.

The mass rearing is conducted under cages with wooden supports, those of the adults and adults are dimensions 60cmx40cmx30cm and each equipped with four nests filled with sterilized sand moistened, and those larvae 5th stage are dimensions 30cmx30cmx60cm; Livestock is subjected to a temperature of $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, the light is ensured by bulbs 75W, a photo periodicity 12h/12h controlled by timers; plastic bowls (40cmx40cm) containing water in order to ensure a humidity of around 50%, the food is changed every 24 hours it is formed on the grass, Dog tooth, cabbage and wheat bran, the latter represents a protein supplement.

Preparation of aqueous plant extracts:

The method of extraction adopted is the one adopted by AOUINTY and al, (2006).

The leaves of datura are picked during fruiting in area Bouzeguène in the wilaya of Tizi Ouzou, in July and August 2009. Datura leaves are washed with distilled water and then dried in an oven heated to 40 ° C for 48h to 72h. They are then ground using a blender until comminution.

A quantity of 200g of leaf powder is added in 1L of distilled previously boiled, after cooling under magnetic stirring for 30 minutes, the mixture obtained is filtered through paper filter, the filtrate is recovered a stock solution initial 200 g per 1000 ml or 20%. Each filtrate was placed in a jar labeled with the name of the plant from which it is extracted and the extraction date.

Dose selection

We selected three doses distributed in geometric progression of ratio of two . From the dilution of the stock solution to a quarter of the concentration we obtained a solution dose D1 (D1 = 5%) and from its half dilution of the concentration we obtained the solution to the second dose D2 (D2 = 10%). the third solution is the stock solution to the dose D3 (D3 = 20%).

Procedure.

At emergence, 30 individuals divided into three groups of 10 individuals are subjected to fasting 24 to starve. Each group is weighed separately and apart from a lot with the name of the species, the larval stage considered, the date of emergence, the name of the plant, the dose tested and the number of repetition; L5 and Imago stage was added 10 g of wheat bran. A volume of 6 ml of solution is sprayed into the cages so that the amount of the solution wets the food and individuals; witnesses are sprayed with distilled water.

After 24 hours exposure of individuals to extract, processed food is removed from the cages and was replaced by a food previously rinsed and weighed.

Parameters measured

Several parameters were measured on the treated and untreated individuals, it is:

- De-count of the dead;
- The duration of the larval stage L5;
- From weight gain;
- From the daily consumption;
- From sexual maturity and time to first spawning.

Results:

L5 mortality

Regarding lots treated with aqueous extract of datura at doses D1 (5%) and D2 (10%), respectively in the 7th and 6th days, a percentage mortality of 30% is recorded and the dose D3 (20%) mortality rate of 56.67% is achieved on the 7th

day from there, mortality rates remain constant. In the control series, no mortality was recorded (Fig. 1).

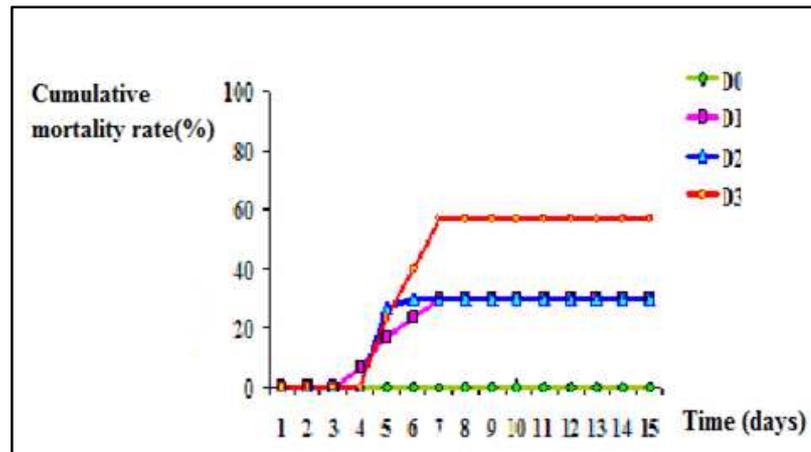


Fig. 1: Percentage cumulative mortality of L5 larvae of *L. migratoria* treated with datura

The duration of L5 larvae

Witnesses L5 larvae stage of locust made their molts after 8.47 d. Regarding treated datura, prolongation was observed for the 3.33 d dose D1 (5%) was observed and 3.47 d for dose D2 (10%); and end 3.93d for D3 dose (20%) (Fig.2).

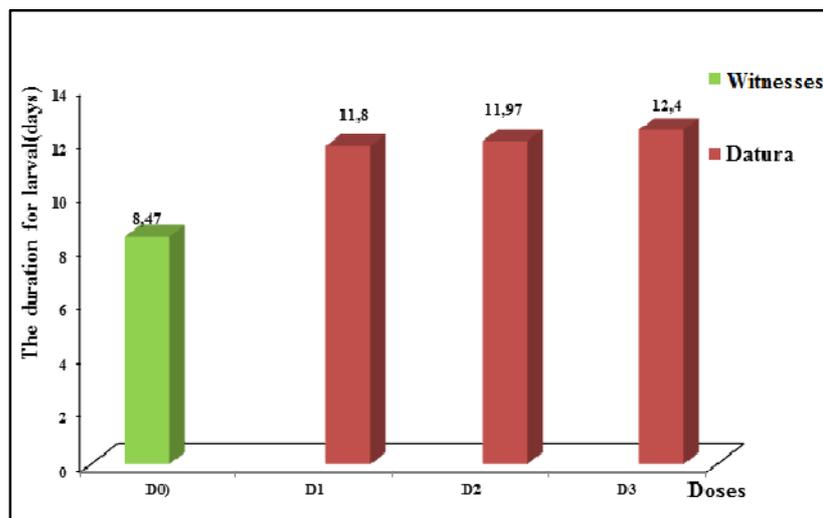


Fig. 2: The duration of the larval stage L5 *L. migratoria* treated with datura

Weight gain:

For of witnesses L5, the mean weight gain was 0.66 g, it is remarkably high compared to treated with datura because the dose D1 (5%) reported weight gain of 0.37 g; however D2 dose (10%) and D3 (20%) had respectively 0.29 g and 0.24 g (Fig. 3) .

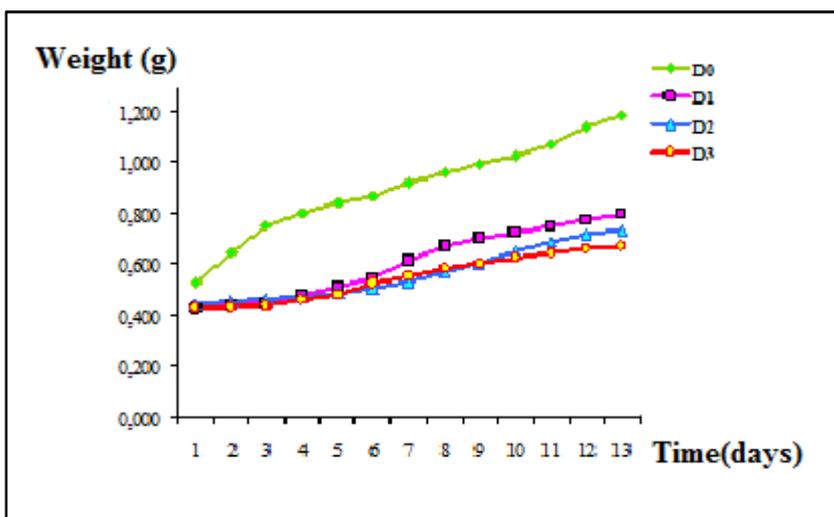


Fig.3: Effect of *Datura* on the evolution of the weight growth of *L. migratoria* L5

The ingested, consumption

The study of the evolution of weight ingested by L5 larvae of *L. migratoria*, has revealed that first day, the witnesses larvae ate more, compared to larvae treated; as in the witnesses, each larva consumed an average of 0.44 g; while in the treated of *datura* extract, the quantities consumed are 0.18 g for the low dose D1, 0.16 g for the average dose D2 and 0.06 g for the high dose D3 weight of food consumed, fluctuates daily with a small difference in the thirteen days of monitoring. On the last day, the amounts ingested are evaluated for untreated 0.36 g; for treated with the solution of *datura*, each larva consumed a daily average 0.27 g for the first dose, an average of 0.19 g for the second dose and an average of 0.17 g at the third dose (Fig. 4) ingested.

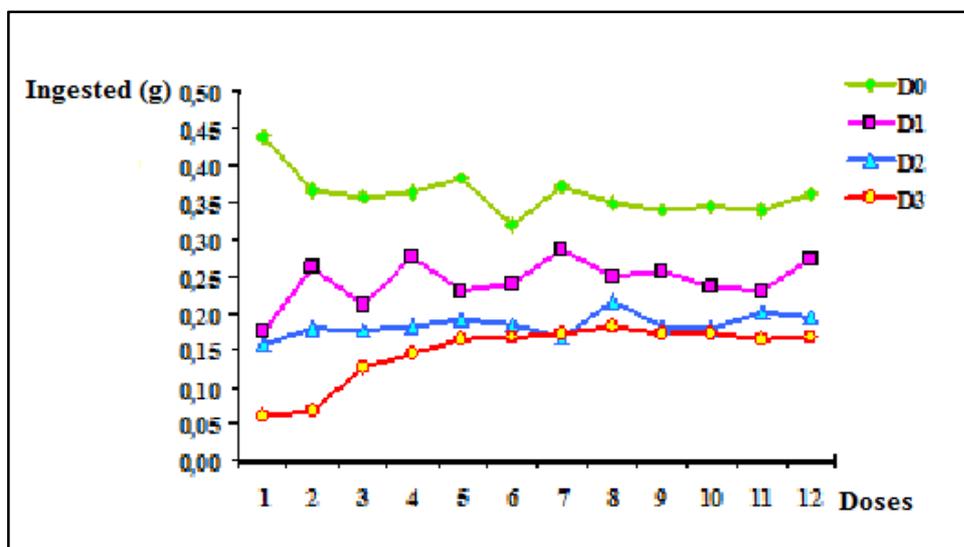


Fig.4: The weight change of the ingested L5 larvae of *L. migratoria* treated with *datura*

Discussion

The treated larvae show thimble the first day that follows the treatment, of the disorganized movements and agitations interrupted by moments of immobility, before their death larvae hide under the plant remnants without enlivening no movement. while knowing that leaves of the *datura* have been picked to the stage of fruition, ABASSI and al(2003), bring back that excerpts of *P. harmala* to the stage of fruition produce the same effects that the one of a plant to the vegetative stage with however the apparition of least importance effect.

According to OULD AHMEDOU and al, (2001), larvae raised on *Glinus. lotoideses* present, before their death of weakness symptoms and a reduced locomotive activity, but contrary to effects generated by méliacéeses no distortion or movements messed up were not observed.

According to REMBOLD (1997), the excerpt of *Melia volkensii* tested on the locusts pilgrim in full field showed that the raw gunpowder measured out to 10 g/ha-1s gave a mortality of 28% and one self-timing of the individuals treaty growth.

TAIL and DOUMANDJI (2005), signaled that just after the injection of proteins hydrosolubles extracted of the pink laurel, locusts pilgrims fall then paralyze themselves before to die.

SCHMUTTERER, (1993) demonstrates that a survey on the applied neem oil on *Locusta migratoria migratorioides*. gave 20% of mortality with a solution of 0.04% of azadirachtine, 45% with a solution to 0,1% of azadirachtine and 90% with a solution to 0,2% of azadirachtine.

LEGAL (1989), watch that some locust consume the rich in toxins plants, it is owed to the capacity of toxin elimination very well by the excretory system, or he/it has an arsenal enzymatique capable of détoxiquer these poisonous substances. According to the UNESCO, (1960), the atropine is a stimulant of the central nervous system; it acts in particular on the motor zone of which depends on the coordination of movements. To strong dose it provokes the agitation, loquaciousness and the delirium.

Besides, it returns terminations of the parasympathique in glands, the smooth muscles and the cœur insensible to the action of the acétylcholine.

The exam of treatment results by the plant excerpt of the datura, watch that the gain of middleweight is affected appreciably; because at larvae of the L5S stages of *L. migratoria* are at witnesses of 0,66g; whereas some datura measures out at treaties to the strong person they are 0,24g.

According to DE LOOF, (1991), the excerpt of the plant *Ageratum conyzoides*, destroyed bodies goes to certain species of bugs and stop the synthesis of the juvenile hormone that plays one important role in the control of several physiological functions as the molt and the reproduction.

These slowing in weight evolution are owed to the action of alkaloids of this plant, whose precursors are the atropine, the hyoscyamine and the scopolamine. These appear by unrests of the balance and the convulsive movements. These demonstrations imply changes of the nervous system that control the biologic and physiological activity of the organism.

Conclusion

Plant extracts have played an important role early in agricultural activities of mankind and are the basis of several former observations that have structured the emerging disciplines of biology late seventeenth century, they are back on the agenda at the beginning of the twenty-first century because of societal choice now facing our entire planet, including globalization, sustainable development requirements more informed consumer and the preservation of biodiversity.

It is time to take stock of their past use and prospects to them in the context of sustainable agriculture.

REFERENCES

1. **ABBASSI K., ATAY KADIRI Z., GHAOUT S., MERGAOUI L. et STAMBOULI A., 2003** - Effets des extraits de *Peganum harmala* (*Zygophyllaceae*) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775). *Zool. baetica*, Vol. 13/14 : PP 203-217.
2. **AOUINTY B., OUFARA S., MELLOUKI F. et MAHARI S., 2006** - Evaluation 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.* 10 (2). PP 67 – 71.
3. **AZMI M. A., NAQVI S. N. H., AHMADI., TABASSUM R. & ANBREEN B., 1998** - Toxicity of neem leaves extracts (NLX) compared with Malathion (57 E.C.) against late 3rd instar larvae of *Gulex fatigans* (Wild Strain) by WHO method. *Tr. Jour. Zool.* 22. PP 213-218.
4. **CHAMPY P., 2008** - Plantes toxiques, 5^e a. officine, UFR Pharmacie, Univ Paris-Sud11. 47 p.
5. **DAUBRESSE M., 2008** – Essai de monographie du genre *Datura* L. 10P http://www.lucidstate.org/wiki/FAQ_Datura. Novembre 2008. 10 p.
6. **DE LOOF A., 1991** - *Les possibilités des hormones d'insectes dans la lutte anti-acridienne. La lutte anti-acridienne*. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris 1991, PP 141- 147.
7. **JOUZIER E., 2005** - Solanacées médicinales et philatélie. *Bull. Soc. Pharm.* Bordeaux, PP 311-332.
8. **LEGALL P., 1989** - Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les *Acridoidea* (Orthoptères). *Bull. Ecol.*, T.20, PP 245-264.
9. **MARNOTTE P., CARRARA A., DOMINATI E. et GIRARDOT F., 2006** - *Plantes rizières de Camargue*. Ed QUAE. Montpellier 111 p.
10. **NASSEH H.S., KRALL H., WILPS H. et SALISSOU G.B., 1992** - Les effets des inhibiteurs de croissance et de biocides végétaux sur les laves de *Schistocerca gregaria* (Forskål.,1775). *Sahel pv. Info. Bull. Inform. Protect. Végétaux*. UCTR/PV n° 45, PP 5- 9.
11. **OULD AHMEDOU M.L., BOUICHI A. et IDRISSE HASSANI L.M., 2001** - Mise en évidence du pouvoir répulsive et toxique de *Glinus lotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål ;1775) (*Orthoptera, Acrididea*). *Zool.baetica*, n°12. PP 109-177.
12. **RAO P.J. & SUBRAHMANYAM B., 1986** - Azadirachtin induced changes in development, food utilisation and haemolymph constituents of *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). **J.**
13. **REMBOLD H., 1997** - *Melia volkensii: a natural insecticide against desert locust*, pp.185-191 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*. Ed. BirkhäuserVerlag, Basel/Switzerland, 522 p.
14. **SCHMUTTERER H., 1993** - Some effects of neem (*Azadirachta indica*) products on locusts and grasshoppers. *World Neem Conference*, 24-28 février 1993, Bangalore, India, PP 44-58.
15. **TAIL G et DOUMANDJI -MITICHE B., 2005** - Effet acridifuges des plantes *Melia azedarach*, *Nerium oleander* et *Inula viscosa* et de leurs extraits sur le comportement.

Résumé

Activité insecticide du *Datura innoxia* sur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae) et identification des substances responsables de toxicité.

Résumé:

Notre étude est menée sur l'essai de l'extrait végétal du *Datura innoxia* sur le cinquième et le quatrième stade larvaire et le stade imago de *Locusta migratoria* leur effet insecticide est estimé par rapport à la mortalité, la durée des stades larvaires, l'évolution pondérale, l'activité alimentaire et sur la reproduction.

L'extrait a provoqué des taux de mortalité de 100% chez les larves et 50% chez les imagos, des prolongements des durées des stades larvaires allant de 3 jours jusqu'à 9 jours selon le stade traité et on a constaté aussi que l'utilisation de cet extrait a induit une diminution de la croissance pondérale, une perturbation de l'activité alimentaire et une réduction des performances reproductives (fertilité, maturité sexuelle, taux d'éclosion et sexe-ratio).

Mots clés: Lutte anti acridienne, lutte biologique, *Locusta migratoria*, extrait végétal, phytopharmacie et datura.

Insecticidal activity of *Datura innoxia* on *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae) and identification of substances responsible for toxicity.

Executive summary:

Our experiment was conducted on the test plant extract of *Datura innoxia* on the fifth and the fourth stage larvae and imago stage of *Locusta migratoria*, insecticidal effect is estimated in relation to mortality, duration of larval stages body weight gain feeding activity and reproduction.

Both extracts resulted in mortality rates 100% of the larval stages and 50% of imago, extensions durations larval stages ranging from 3days to 9days depending on the stage and treated as it was found that the use of these extracts induced a decrease in weight gain, disruption of feeding activity and reduced reproductive performance (fertility, sexual maturity and hatchability, and sexe-ratio).

Keywords: Anti locust, *Locusta migratoria*, , , *Datura innoxia*, biological control, plant extract.

فعالية الإبادة لمستخلص نباتي *Datura innoxia*
على الجراد المهاجر *Locusta migratoria* (Linné, 1758)
(Oedipodinae, Acrididae) والتعرف على المواد المسببة في التسمم

الملخص:

يدور محتوى دراستنا حول تجربة مبيد حيوي نباتي *Datura innoxia* على يرقات الطور الرابع و الخامس و الأفراد الغير بالغين للنوع *Locusta migratoria*، لهذا الغرض تم متابعة مدى تأثير هذا المبيد الحيوي على نسبة الوفيات، على زيادة الوزن، على مدى انتقال اليرقات من طور إلى الطور الآتي، على الوظيفة الغذائية وعلى فعاليته على التكاثر.

خلال هذه التجربة تبين لنا إن هذان المبيدان سببا في نسبة وفيات تقدر بـ 100 % عند اليرقات وانخفاض الوزن، خلل في الوظيفة الغذائية، امتداد طول مدة كل طور يرقى، إضافة إلى انخفاض مؤهلات الأفراد البالغين على التكاثر كالخصوبة، البلوغ، نسبة الفقس و نسبة الذكور مقارنة مع الشاهد.

كلمات المفتاح:

الجراد المهاجر، محاربة الجراد، *Datura innoxia*، المكافحة البيولوجية