

الشعبية الديمقراطية الجزائرية الجمهورية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL HARRACH -ALGER

# MEMOIRE

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

**Option :** Santé Végétale et Environnement

## THEME

**Evaluation de l'activité insecticide des extraits éthanoliques de *Calotropis procera* et de *Artemisia judaica* sur *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775)  
(Orthoptera : Acrididae)**

**Présenté par**

**Soutenu le :** 22/06/2014

M. BEN HASSAN MOHAMMED ABDERRAHMANE

**Devant le jury :**

Président :	M <sup>r</sup> BICHE M.	Professeur	E.N.S.A.
Directrice de thèse :	M <sup>me</sup> KHALFI O.	Maitre de conférence	E.N.S.A.
Examineurs :	M <sup>r</sup> BENZEHRA A.	Professeur	E.N.S.A.
	Mr GUESSOUM M.	Chargé de cours	E.N.S.A.

Année Universitaire 2013 - 2014

# *Dédicaces*

*Avec l'aide et la grâce d'ALLAH ce modeste travail, que Je dédie.*

*A mes très chers parents adorés*

*A mes nièces et mes neveux*

*A mes sœurs et mes frères*

*A toute ma famille*

*A l'ensemble des enseignants et étudiants du département de*

*Zoologie Agricole et Forestière de l'ENSA*

*A mon cher ami ABDEERAHIM et mes collègues de l'option Santé Végétale et*

*Environnement*

*A mes amis de l'ENSA, de RUBA*

*A tous ceux qui m'aiment et que j'aime*

# Remerciements

*Au nom d'Allah le Clément et le Miséricordieux*

*Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, pour la volonté, la santé, et la patience qu'il m'a donné durant toutes ces années d'études, afin je puisse en arriver là.*

*Mes sincères remerciements à M<sup>me</sup> KHALFI O., Maître de conférences à L'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach à Alger, pour leur encadrement, leur conseil, leurs encouragements, leur inquiétude, leur gentillesse et leur modestie.*

*Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent également à M. BICHE M. Professeur au département de Zoologie agricole et forestière, qui a bien voulu présider mon jury et pour ses enseignements, ses précieux conseils.*

*Je tiens à remercier profondément M. BENZEHRA A. Professeur au département de Zoologie agricole et forestière qui a accepté d'évaluer et de juger mon travail, pour ses enseignements, ses précieux conseils, qu'il trouve ici tous les sentiments de respect.*

*Je remercie M. GUESSOUM M. chargé de cours au département de Zoologie agricole et forestière, pour avoir accepté d'examiner mon travail et pour sa sympathie et sa gentillesse.*

*Je tiens à remercier M. BENCHABANE, MENSOURI, mes enseignants M. SELAMI, MENZER et SIABA et tous mes enseignants au département de Zoologie agricole et forestière (ENSA).*

*J'adresse aussi mes remerciements aux M<sup>lle</sup> OUITAR et M<sup>lle</sup> KACI pour leurs aides.*

*Enfin je remercie toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, que ce soit par son amitié, ses conseils ou son soutien moral.*

# SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale .....	1
Chapitre I : Synthèse Bibliographique .....	4
1- Données bibliographiques sur le criquetpèlerin <i>Schistocerca gregaria</i> .....	5
1.1- Position taxonomique.....	5
1.2- Morphologie.....	5
1.3- Cycle biologique .....	10
1.4- Ecologie .....	10
1.5- Polymorphisme phasaire.....	12
1.6- Distribution géographique .....	13
1.7- Importance économique des dégâts .....	15
1.8- Stratégies et moyens de lutte.....	15
1.8.1- Stratégies de lutte .....	15
1.8.1.1- La lutte préventive .....	15
1.8.1.2- La lutte curative .....	16
1.8.2- Moyens de lutte .....	16
1.8.2.1- La lutte chimique .....	16
1.8.2.2- La lutte mécanique.....	18
1.8.2.3- La lutte biologique.....	18
2- Données bibliographiques sur les plantes utilisées.....	22
2.1- Arbre à soie ou pommier de Sodome <i>Calotropis procera</i> Ait.....	22
2.1.1- Classification.....	22
2.1.2- Description Botanique .....	22
2.1.3- Origine et distribution géographique .....	23
2.1.4- Utilisation.....	23
2.1.5- Constituants chimiques des feuilles de <i>Calotropis procera</i> .....	25
2.2- Armoise de Judée <i>Artemisia judaica ssp. Sahariensis</i> (Chev.) Maire .....	28
2.2.1- Classification.....	28
2.2.2- Description Botanique .....	28

2.2.3-	Origine et distribution .....	29
2.2.4-	Utilisation.....	29
2.2.5-	Constituants chimiques .....	29
	<b>Chapitre II : Matériels et Méthodes</b> .....	30
I-	Matériel.....	31
1.	Matériel biologique animal .....	31
2.	Matériel biologique végétal .....	31
3.	Matériel utilisé au laboratoire .....	31
II-	Méthodes .....	32
1-	Méthode d'élevage des insectes.....	32
2-	Méthode de préparation des extraits végétaux.....	33
3-	Evaluation de l'activité insecticide des extraits de <i>C. procera</i> et de <i>A. judaica</i> .....	35
3.1.	Activité insecticide par ingestion .....	35
3.2.	Activité insecticide par contact .....	35
4-	Effet des extraits sur l'évolution pondérale .....	35
5-	Effet sur l'activité alimentaire .....	36
6-	Etude de l'effet des extraits végétaux sur la reproduction.....	36
7-	Méthodes d'analyse des données.....	37
7.1.	Détermination de la mortalité observée .....	37
7.2.	Détermination de la mortalité corrigée .....	37
7.3.	Détermination des doses létales 50 (DL50) et des temps létaux 50 (TL50).....	38
7.4.	Evaluation des indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture ..	38
7.4.1.	Indice de consommation (I.C.).....	38
7.4.2.	Indice de croissance (I.Cr.) .....	39
7.4.3.	L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.) .....	39
7.4.4.	L'efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D.).....	39
7.4.5.	Le coefficient d'utilisation digestif (C.U.D.).....	39
7.5.	Analyse statistique.....	40
	<b>Chapitre III : Résultats et discussions</b> .....	41
I-	Effet de l'action biocide des extraits éthanoliques de <i>Calotropis procera</i> et de <i>Artemisia judaica</i> sur les imagos de <i>Shistocerca gregaria</i> .....	42
1-	Evaluation de l'action biocide par effet contact .....	42

1.1. Evaluation de la DL50 .....	44
1.2. Evaluation des TL50 .....	46
2- Evaluation de l'action biocide par effet ingestion .....	55
2.1. Evaluation de la DL50 .....	57
2.2. Evaluation des TL50 .....	58
II- Effet des extraits éthanoliques de <i>C. procera</i> et de <i>A. judaica</i> sur l'évolution pondérale, le gain du poids, le développement et l'activité alimentaire des imagos de <i>S. gregaria</i> .....	70
1. Effet sur l'évolution pondérale .....	70
1.1. Traitement par contact .....	70
1.2. Traitement par ingestion .....	71
2. Effet sur le gain du poids .....	73
2.1. Traitement par contact .....	73
2.2. Traitement par ingestion .....	74
3. Effet sur l'activité alimentaire .....	76
3.1. Effet sur la consommation journalière des imagos .....	76
3.1.1. Effet sur l'ingéra .....	76
a. Traitement par contact .....	76
b. Traitement par ingestion .....	77
3.1.2. Effet sur L'egesta .....	79
a. Traitement par contact .....	79
b. Traitement par ingestion .....	80
4. Effet sur les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture .....	81
4.1. Coefficient d'utilisation digestif .....	81
4.2. Efficacité de conversion de la nourriture digérée .....	84
4.3. Efficacité de conversion de la nourriture ingérée .....	86
4.4. Indice de consommation .....	88
4.5. Indice de croissance .....	90
5. Effet sur la reproduction .....	92
5.1. Effet sur le nombre d'oothèques émis par femelle .....	92
5.2. Effet sur le nombre d'œufs par oothèque .....	93
5.3. Effet sur la fertilité .....	94
Conclusion générale .....	97

Références Bibliographiques ..... 102  
Annexe..... 116

## Liste des figures

N figures	Titre	Page
Fig. 1	Adultes de <i>Schistocerca gregaria</i> .....	7
Fig. 2	Oothèque de <i>Schistocerca gregaria</i> .....	8
Fig. 3	Quelques mues de <i>Schistocerca gregaria</i> .....	9
Fig. 4	Cycle biologique de <i>Schistocerca gregaria</i> .....	11
Fig. 5	Les étapes de la transformation phasaire chez le criquet pèlerin.....	12
Fig. 6	Limites des aires d'invasion, de rémission, et de grégarisation du criquet pèlerin dans le monde.....	14
Fig. 7	Zone de rémission et de reproduction du Criquet pèlerin.....	14
Fig. 8	<i>Calotropis procera</i> Ait. (Asclepiadaceae).....	26
Fig. 9	Différentes parties de <i>Calotropis procera</i> Ait. (Asclepiadaceae).....	27
Fig.10	<i>Artemisia judaica</i> ssp. <i>Sahariensis</i> (Chev.) Maire (Armoise de Judée).....	30
Fig.11	Cage utilisée pour l'élevage des larves et des imagos.....	32
Fig.12	Extracteur Soxhlet.....	34
Fig.13	Rotavapor.....	34
Fig.14	Mortalité journalière cumulée des imagos, traités par contact avec l'extrait ethnolique de <i>Calotropis procera</i> .....	42
Fig.15	Mortalité cumulée des imagos traités par contact avec l'extrait ethnolique de <i>Artemisia.judaica</i> .....	42
Fig.16	Régression mortalité dose par effet contact de <i>Calotropis procera</i> .....	44
Fig.17	Régression mortalité dose par effet contact de <i>Artemisia judaica</i> .....	45
Fig.18	Régression mortalité temps par effet contact de <i>C.procera</i> .....	47
Fig.19	Régression mortalité temps par effet contact de <i>A.judaica</i> .....	48
Fig.20	Taux de mortalité journalière cumulée des imagos, traités par ingestion avec l'extrait de <i>C. procera</i> .....	55
Fig.21	Taux de mortalité journalière cumulée des imagos, traités par ingestion avec l'extrait de <i>A.judaica</i> .....	55
Fig.22	Régression mortalité dose par effet ingestion de <i>C. procera</i> .....	57

Fig.23	Régression mortalité dose par effet ingestion de <i>A. judaica</i> .....	57
Fig.24	Régression mortalité temps par effet ingestion de <i>Calotropis procera</i> .....	60
Fig.25	Régression mortalité temps par effet ingestion de <i>Artemisia judaica</i> .....	61
Fig.26	Evolution pondérale des imagos mâles de <i>S. gregaria</i> traités par contact.....	70
Fig.27	Evolution pondérale des imagos femelles de <i>S. gregaria</i> traitées par contact.....	70
Fig.28	Evolution pondérale des imagos mâles de <i>S. gregaria</i> traités par ingestion.....	72
Fig.29	Evolution pondérale des imagos femelles de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion...	72
Fig.30	Gain de poids des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par contact.....	74
Fig.31	Gain de poids des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par ingestion.....	74
Fig.32	L'évolution pondérale des ingéras des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par contact	77
Fig.33	L'évolution pondérale des ingéras des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion.....	78
Fig.34	L'évolution pondérale des egesta des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par contact.	79
Fig.35	L'évolution pondérale des egesta des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion.....	81
Fig.36	Coefficient d'utilisation digestif des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par contact...	82
Fig.37	Coefficient d'utilisation digestif des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion	82
Fig.38	Efficacité de conversion de la nourriture digérée par les imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par contact.....	84
Fig.39	Efficacité de conversion de la nourriture digérée par les imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion.....	85
Fig.40	Efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par contact.....	87
Fig.41	Efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion.....	87
Fig.42	Indice de consommation des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par contact.....	89
Fig.43	Indice de consommation des imagos de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion.....	89
Fig.44	Indice de croissance des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par contact.....	90
Fig.45	Indice de croissance des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par ingestion.....	91
Fig.46	Nombre d'oothèques par femelle de <i>S. gregaria</i> traitées par contact.....	92
Fig.47	Nombre d'oothèques par femelle de <i>S. gregaria</i> traitées par ingestion.....	93

Fig.48	Nombre d'œufs par oothèque des femelles traitées effet par contact avec les extraits.....	93
Fig.49	Nombre d'œufs par oothèque des femelles traitées effet par ingestion avec les extraits.....	94
Fig.50	Nombre d'œufs éclos des femelles traitées par contact.....	95
Fig.50	Nombre d'œufs éclos des femelles traitées par ingestion.....	95

## Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Principes actifs de <i>Calotropis procera</i> .....	24
2	Mortalité corrigée des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par effet contact avec l'extrait de <i>C. procera</i> .....	43
3	Mortalité corrigée des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par effet contact avec l'extrait d' <i>A. judaica</i> .....	44
4	Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité (extrait de <i>C. procera</i> ).....	49
5	Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité (extrait d' <i>A. judaica</i> ).....	49
6	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de <i>C. procera</i> ).....	50
7	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de <i>A. judaica</i> ).....	50
8	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait de <i>C. procera</i> ).....	51
9	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait d' <i>A. judaica</i> ).....	51
10	Mortalité corrigée par effet ingestion des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par <i>C. procera</i> .....	56
11	Mortalité corrigée par effet ingestion des imagos de <i>S. gregaria</i> traités par <i>A. judaica</i> .....	56
12	Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité (extrait de <i>A. judaica</i> ).....	62
13	Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité (extrait de <i>C. procera</i> ).....	62
14	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de <i>C. procera</i> ).....	63
15	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de <i>A. judaica</i> ).....	63
16	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait de <i>C. procera</i> ).....	64
17	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait d' <i>A. judaica</i> ).....	64
18	Analyse de la variance pour le facteur mode de pénétration: (extrait de <i>C. procera</i> ).....	67

19	Analyse de la variance pour le facteur mode de pénétration (extrait de <i>A. judaica</i> )	67
20	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur mode de pénétration : <i>C. procera</i> ).....	68
21	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur mode d'action (extrait de <i>A. judaica</i> )...	68
22	Analyse de la variance pour l'effet de la plante.....	68
23	Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur plante.....	69



***Introduction***  
***générale***

## **Introduction générale**

Le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) est considéré comme l'un des principaux fléaux de l'humanité en raison de ses graves invasions et des conséquences désastreuses, que celui-ci engendre que ce soit sur le plan économique, social ou environnemental. Ses ravages s'étendent à la majorité des pays arides et semi-arides, de la côte ouest de l'Afrique à l'Inde. De par sa polyphagie et sa voracité, les préjudices causés par ce bio agresseur sur diverses cultures et végétations sont considérables. Face à ce fléau la lutte chimique a été la plus utilisée. Principalement les opérations antiacridiennes sont basées sur l'utilisation d'une gamme de pesticides organiques de synthèse constituée par des organochlorés, des organo-phosphorés, des carbamates, des pyréthrinoides et récemment des dérégulateurs de croissance. Certes ces pesticides ont rendu d'énormes services à l'homme dans la lutte contre les acridiens, mais leur utilisation massive et irrationnelle pendant plus d'un demi-siècle a engendré depuis quelques années des effets pervers comme le développement du phénomène de résistance acquis par les ravageurs traités, les déséquilibres biologiques des écosystèmes aboutissant à la disparition des espèces animales et végétales (CHABOUSSOU, 1980) et à la pollution de la biosphère (RAMADE, 1978). Devant l'ampleur du problème, la stratégie de la protection des plantes doit faire appel à d'autres alternatives de lutte préservatrices de l'environnement. Parmi ces alternatives, le recourt aux bios pesticides d'origine végétale s'impose pour limiter l'usage des pesticides organiques de synthèse et réduire les inconvénients qui incombent à ces derniers. Rappelons par ailleurs, que les décisions prises par certains pays et la prise de conscience chez le consommateur ont contribué au regain d'intérêt pour l'utilisation des molécules végétales susceptibles de remplacer les pesticides. En effet les plantes contiennent des molécules allelochimiques capables d'agir comme des produits toxiques pour les ravageurs. Ces substances allelochimiques sont des métabolites secondaires végétaux n'exerçant aucune action sur les activités fondamentales (croissance, développement, reproduction...) de l'organisme végétal, mais interviennent dans les relations plantes - insectes. L'utilisation des plantes comme source de pesticides est relatée par de nombreux auteurs HASSANEIN et al. (2004), REGNAULT- ROGER, (2005), KHALFI 2007, EL-SHARABASY 2010, NEBIH et al. (2011), VERMA et al., 1989). De part les huiles essentielles qu'elles renferment, de nombreuses plantes sont réputées actuellement comme possédant des propriétés insecticides. Leur action

toxique (par contact et inhalation), leur répulsivité, leur anti-appétence, de même que leurs effets néfastes sur le potentiel reproducteur des acridiens, ont été à maintes reprises prouvés, BENDOU (2001), MOUSSA (2003), (BELHADI 2005), BEZAZE 2011 et TAIL *et al.*, 2011), ABBASSI *et al.*, (2004), OUTTAR (2009), (ACHEUK, 2013), BENZARA *et al.* (2013) et ACHEUK (2012).

L'action biocide induite par les substances allelochimiques des plantes est de nos jours reconnue par de nombreux scientifiques. Grace aux progrès de la technologie, ces composés sont isolés, identifiés et expérimentés pour leur activité fongicide, herbicide, nématocide, acaricide, insecticide ...etc.

Afin de contribuer au développement durable et diminuer l'utilisation de la lutte chimique notre étude se propose de valoriser l'action biocide par contact et ingestion des extraits ethanoliques de *Calotropis procera* et *Artemisia judaica* plantes médicinales répandues en Algérie sur le criquet pèlerin. Notre investigation est complétée par l'étude de l'effet de ces extraits ethanoliques sur l'évolution pondérale, le gain du poids, le développement, l'activité alimentaire et le potentiel reproducteur des imagos de *S. gregaria*.

Notre étude a dès lors été articulée autour de trois chapitres précédés par une introduction générale.

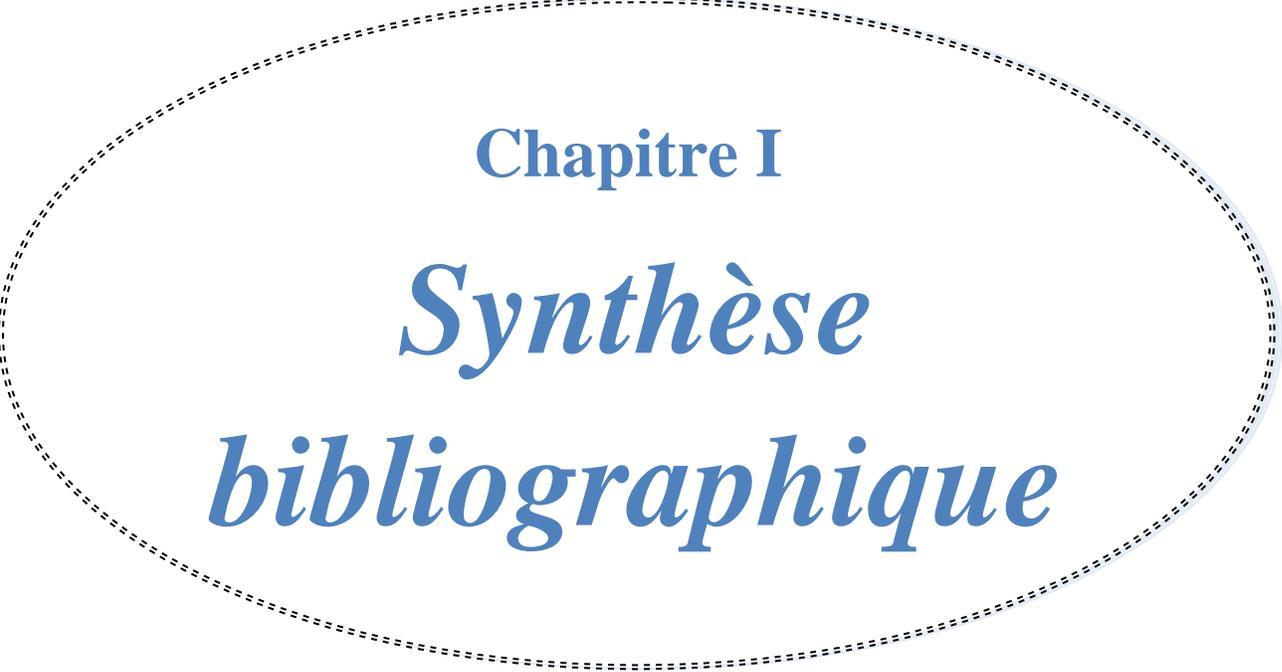
- Dans le premier chapitre nous rapportons les connaissances concernant les modèles biologiques retenus, les potentialités agro phytosanitaires des plantes expérimentées.

- Dans le deuxième chapitre nous exposons le matériel utilisé et la méthodologie retenue pour l'étude à savoir :

L'évaluation de l'activité insecticide des extraits ethanoliques de *Calotropis procera* et *Artemisia judaica* sur *Schistocerca gregaria* afin de sélectionner la plus efficace.

L'effet des extraits étudiés sur les paramètres biologiques retenus

- Dans le troisième chapitre nous regroupons les résultats et discussions relatifs aux différentes expérimentations menées dans le cadre de cette étude. Enfin nous clôturons notre travail par une conclusion générale accompagnée de quelques recommandations et perspectives.



**Chapitre I**  
*Synthèse*  
*bibliographique*

## **1- Données bibliographiques sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria***

Le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) de la famille des Acrididae et de la sous famille des Cyrtacanthacridinae est l'une des espèces acridiennes les plus importantes en raison de :

- sa grande mobilité (les essaims peuvent parcourir 1 000 km en quelques jours) ;
- son aire d'invasion très vaste ;
- son grand potentiel reproducteur induisant son aptitude à multiplier très rapidement ses effectifs ;
- sa capacité à consommer chaque jour son propre poids de nourriture fraîche ;
- sa grande polyphagie (en particulier en phase grégaire) le conduisant à s'attaquer à une très large gamme de cultures et à leur causer des dégâts très sévères (LECOQ, 1991).

### **1.1- Position taxonomique**

Selon LOUVEAUX et BEN-HALIMA (1986), le criquet pèlerin est classé selon la nomenclature suivante :

- Classe : Insecta
- Ordre : Orthoptera
- Sous-ordre: Caelifera
- Super-famille: Acridoidea
- Famille: Acrididae
- Sous-famille: Cyrtacanthacridinae
- Genre : *Schistocerca*
- Espèce: *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775).

### **1.2- Morphologie**

D'après DURANTON et LECOQ., (1990), Le Criquet pèlerin est un acridien de grande taille. Cette dernière varie en fonction de l'état phasaire et du sexe. Les femelles mesurent de 70 à

90 mm de long, les mâles de 60 à 75 mm (Fig. 1). Les antennes sont filiformes. Le pronotum est comprimé dans la prozone et son bord postérieur est anguleux. Le tubercule prosternal est arrondi, mince, à apex émoussé, légèrement incliné vers l'arrière. Les élytres comme les ailes sont longs, dépassant nettement l'extrémité abdominale et les genoux postérieurs. Les cerques mâles sont courts, rectangulaires et la plaque sous-génitale est incisée. La coloration du Criquet pèlerin est très variable, elle dépend de l'état phasaire et de la maturation sexuelle. Les yeux sont striés. Les élytres sont maculés de taches brunes. Les tibias postérieurs sont de la teinte générale du corps. Les ailes sont hyalines, rosâtres ou jaunâtres selon la phase et l'état de maturation sexuelle de l'individu. On reconnaît le sexe d'un criquet en observant l'extrémité abdominale. Chez les mâles, on ne voit qu'un repli couvrant toute la partie inférieure de l'extrémité de l'abdomen (plaque sous-génitale). Chez la femelle, les valves génitales dorsales et ventrales, généralement durcies et sombres, sont nettement visibles. L'ensemble de ces valves constitue l'organe de ponte ou oviscapte (DURANTON et LECOQ., 1990).

Les larves de la phase solitaire et de la phase grégaire se distinguent par leurs couleurs très diversifiées. Les larves solitaires ont une teinte assez uniformément verte au cours des premiers stades, pouvant devenir brune en fin de développement. Les larves grégaires sont jaunes ou oranges portant des taches noires. Chez les grégaires les deux premiers stades sont essentiellement noirs. Les larves des phases transiens possèdent une teinte générale identique à celle des grégaires, mais le développement de la maculature est plus ou moins accentué (DURANTON et LECOQ., 1990).

Les œufs du criquet pèlerin sont déposés dans le sol sous la forme d'une oothèque (Fig. 2). Celle-ci comporte l'ensemble des œufs, constituant la masse ovigère, surmontée d'un bouchon de matière spumeuse blanc et sans paroi latérale consolidée. Ce bouchon sert à empêcher le dessèchement des œufs et forme une voie par laquelle les jeunes larves peuvent facilement atteindre la surface du sol après l'éclosion. La taille de l'oothèque est d'une dizaine de centimètres. Les œufs ont, dans l'oothèque, une disposition de type radiale : ils sont disposés en grappe plus ou moins régulière autour d'un axe central. Le nombre d'œufs par oothèque varie d'une vingtaine à plus de 140 en fonction de la phase, des conditions écologiques et du rang de la ponte. L'œuf de Criquet pèlerin a une forme allongée, légèrement incurvée, une couleur jaune clair à brunâtre. Sa longueur est légèrement inférieure à un centimètre (DURANTON et LECOQ., 1990).



A



B

**Fig. 1: Adultes de *Schistocerca gregaria* (original, 2014)**

**A : femelle    B : mâle**

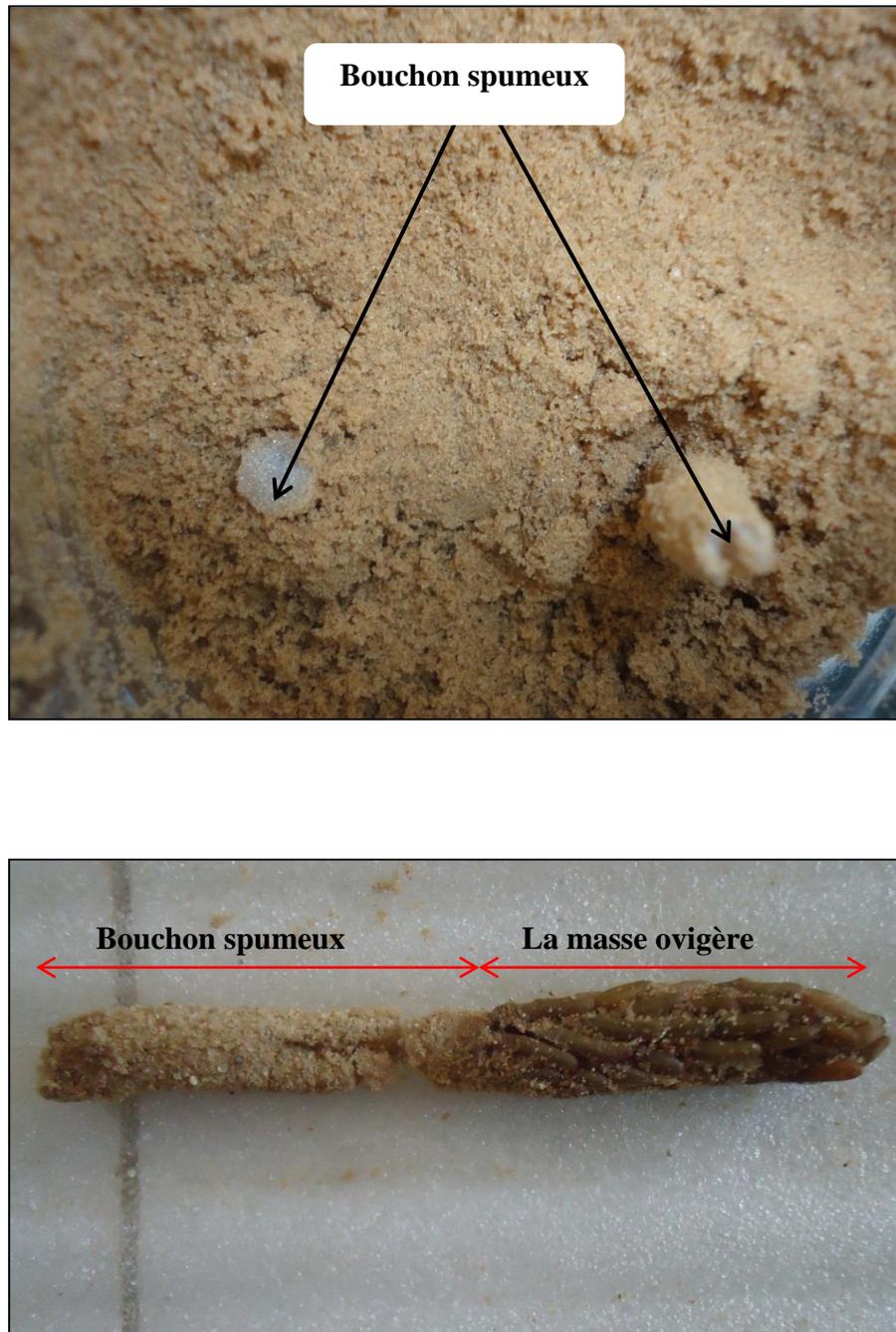


Fig. 2 : Oothèque de *Schistocerca gregaria* (original, 2014).



Mue de L4



Mue de L5



Mue Imaginale

Fig. 3 : Quelques mues de *Schistocerca gregaria* (Original, 2014).

### 1.3- Cycle biologique

Selon DURANTON et LECOQ (1990), le criquet pèlerin comme tous les autres acridiens, passe par trois états biologiques successifs au cours de leur vie : l'état embryonnaire, l'état larvaire et l'état imaginal.

Le criquet pèlerin pond presque toujours ses œufs à une moyenne de deux oothèques par femelle dans un sol sablonneux suffisamment humide à une profondeur de 5 à 10 cm pour que les œufs puissent absorber l'humidité nécessaire à leur développement (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

Lors de l'éclosion, naissent de jeunes criquets dépourvus d'ailes, appelés larves. Les larves se débarrassent de leur cuticule cinq à six fois pendant leur développement et leur taille s'accroît à chaque fois (fig. 3). Ce processus s'appelle la mue et la période qui sépare deux mues successives s'appelle un stade. La dernière mue, du stade larvaire 5 (ou 6) dépourvu d'ailes à l'imago, ou ailé, s'appelle la mue imaginale. Le nouvel ailé, appelé « jeune ailé », doit attendre le séchage et le durcissement de ses ailes avant de pouvoir voler. Les ailés ne muent pas et leur taille ne s'accroît donc pas mais leur poids augmente progressivement. Les ailés qui peuvent voler sont, au départ, sexuellement immatures. Quand ils deviennent sexuellement matures, ils peuvent s'accoupler et pondre des œufs (SYMMONS et CRESSMAN, 2001) (fig. 4).

Au cours de l'année, le criquet pèlerin peut développer 2 à 3 générations (LATCHININSKY et al., 1997 ; STOROZHENKO, 1991). *Schistocerca gregaria* ne présente pas d'arrêt obligatoire de développement même si sous certaines conditions écologiquement défavorables il est possible d'observer un ralentissement du développement, forme de quiescence à l'état embryonnaire et/ou surtout imaginal (LATCHININSKY et al., 1997).

### 1.4- Ecologie

Le Criquet pèlerin est une espèce xérophile de régions désertiques, géo-phytophile, à régime alimentaire mixte. On le trouve dans les formations steppiques aux sols sableux ou sablo-argileux, à végétation constituée de quelques buissons, d'herbes pérennes ayant moins d'un mètre de hauteur et de plantes annuelles apparaissant après les pluies (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

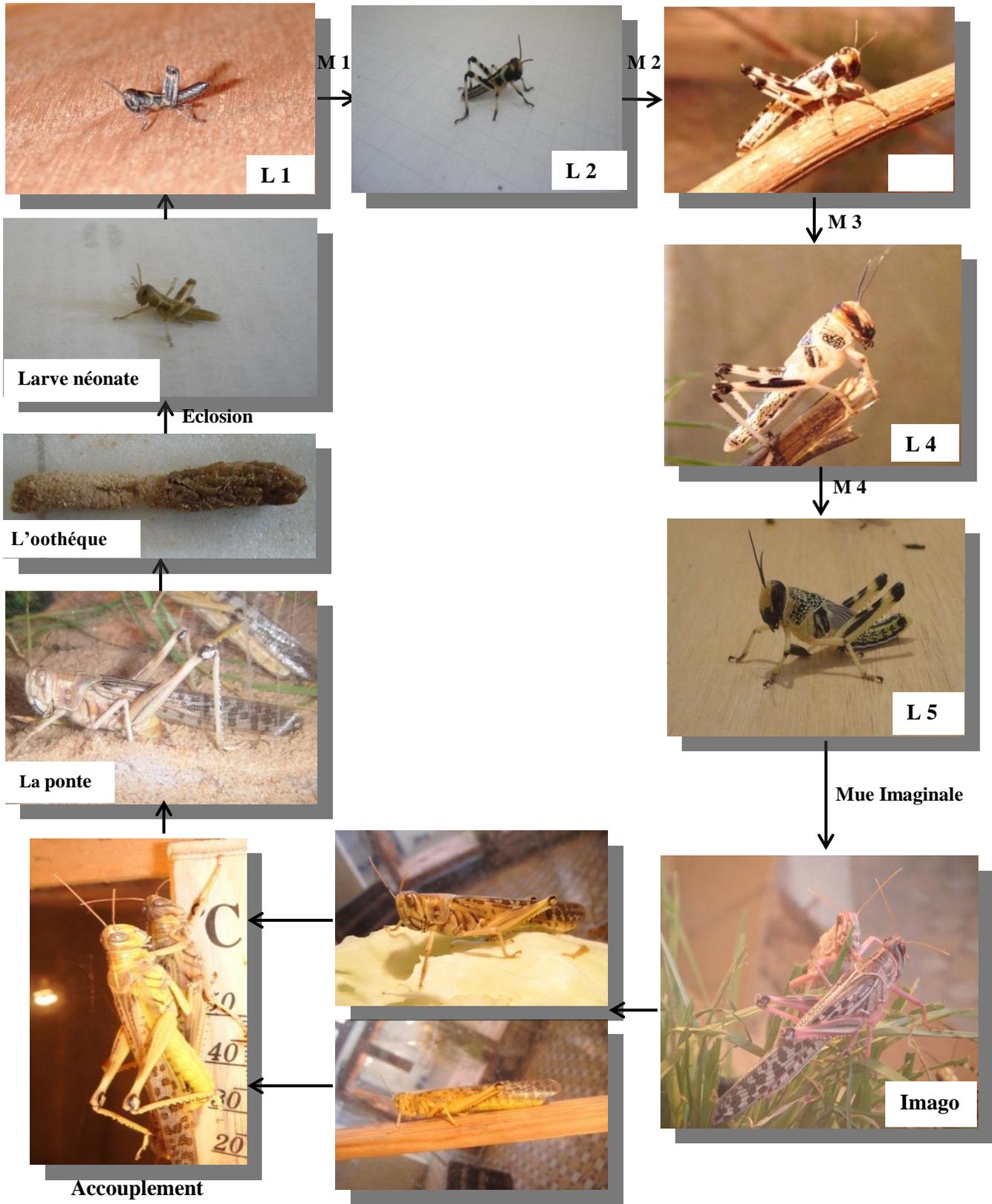


Fig. 4 : Cycle biologique (Original, 2014)

### 1.5- Polymorphisme phasaire

Le Criquet pèlerin appartient au groupe des acridiens grégariaptes, encore appelée locustes, qui ont la particularité de se présenter sous la forme solitaire ou sous la forme grégaire selon certaines circonstances. Le passage d'une forme à l'autre se fait par un processus de transformation phasaire. Cette transformation est réversible et se fait de manière progressive. Le Criquet pèlerin fait partie des espèces les plus sensibles aux effets de la densité. Les caractères qui différencient les solitaires des grégaires sont extrêmement complexes et variés, ils sont autant éthologiques, physiologiques que morphologiques (LATCHININSKY *et al.*, 1997). Trois étapes se succèdent dans la transformation phasaire: concentration, multiplication et grégarisation. (SYMMONS et CRESSMAN, 2001) (fig. 5).

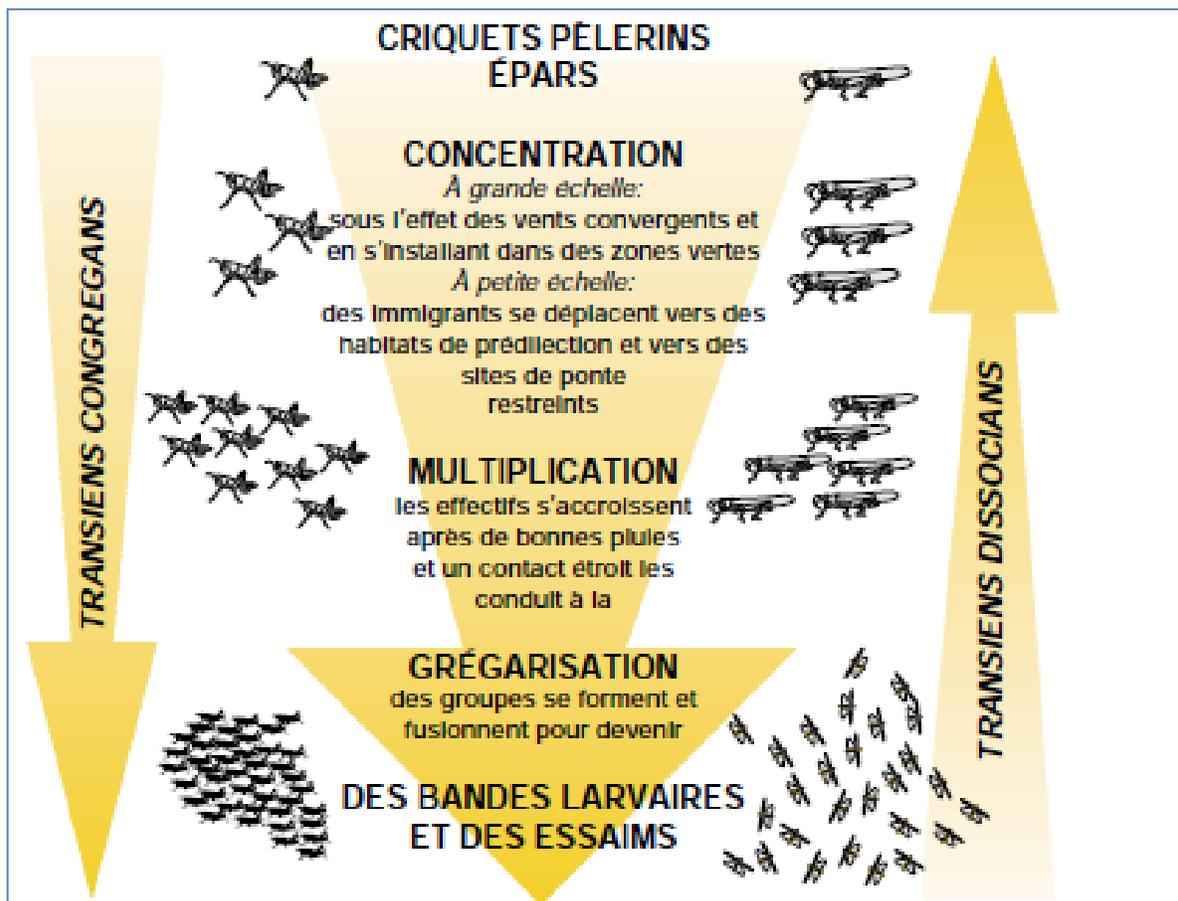


Fig. 5 : Les étapes de la transformation phasaire chez le criquet pèlerin (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

## 1.6- Distribution géographique

L'aire d'invasion est l'ensemble des territoires susceptibles d'être infestés par les populations grégaires et l'aire de dispersion ou de rémission est celle où le solitaire peut vivre ou survivre. Les solitaires sont plus exigeants sur les caractères de leur habitat que les grégaires et leur aires de distribution sont moins étendues (DURANTON *et al.*, 1982).

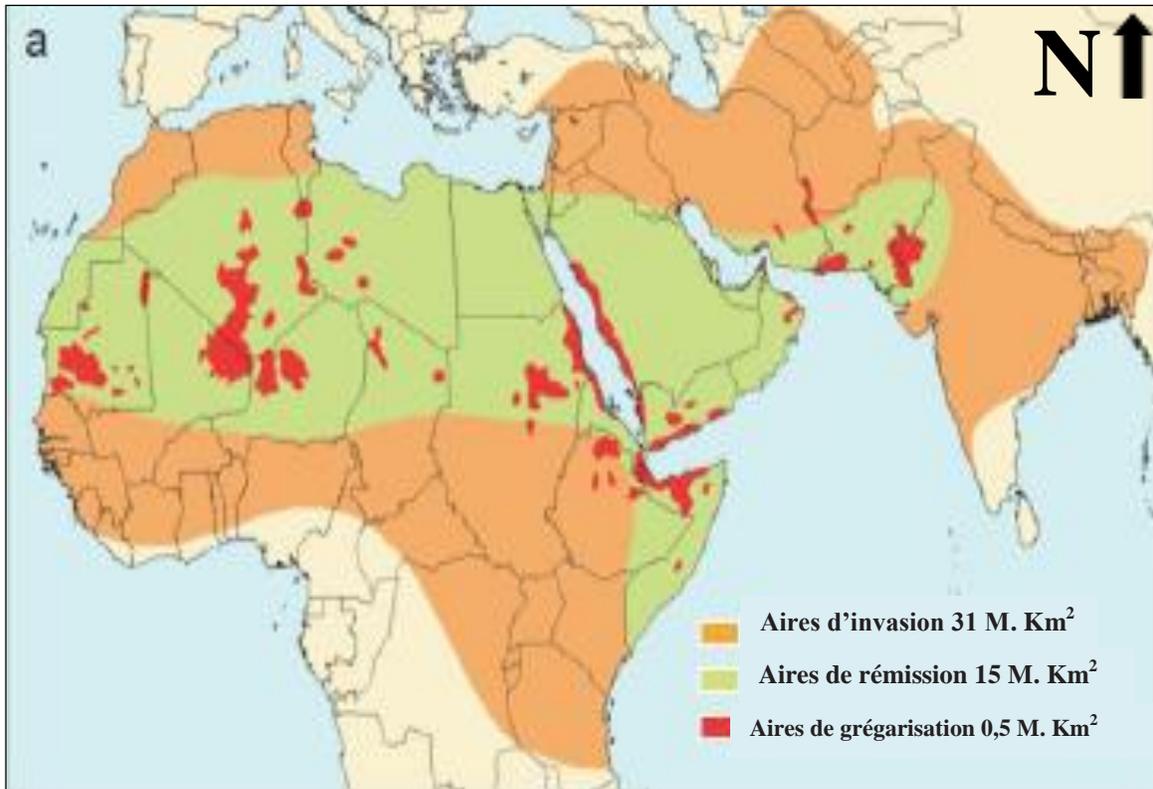
Une aire grégarigène est une région ou un ensemble de régions entre lesquelles se font des échanges réguliers de populations, aboutissant certaines années à des grégarisations importantes pouvant donner naissance à une invasion généralisée. Au sein de l'aire grégarigène, les lieux où s'accomplit la grégarisation (où prennent naissance les bandes larvaires et les essaims primitifs) s'appellent foyers de grégarisation (LECOQ, 1991). L'aire d'habitat permanent est l'aire de distribution de la forme solitaire et qui comprend le ou les aires grégarigènes. En période d'invasion, le Criquet pèlerin s'étend sur environ 29 millions de km<sup>2</sup> dans 57 pays alors qu'en période de rémission, il couvre 30 pays sur 16 millions de km<sup>2</sup> (PEDGLEY, 1981). (fig. 6).

(MAHJOUB, 1988), à distinguer les aires grégarigènes comme suit :

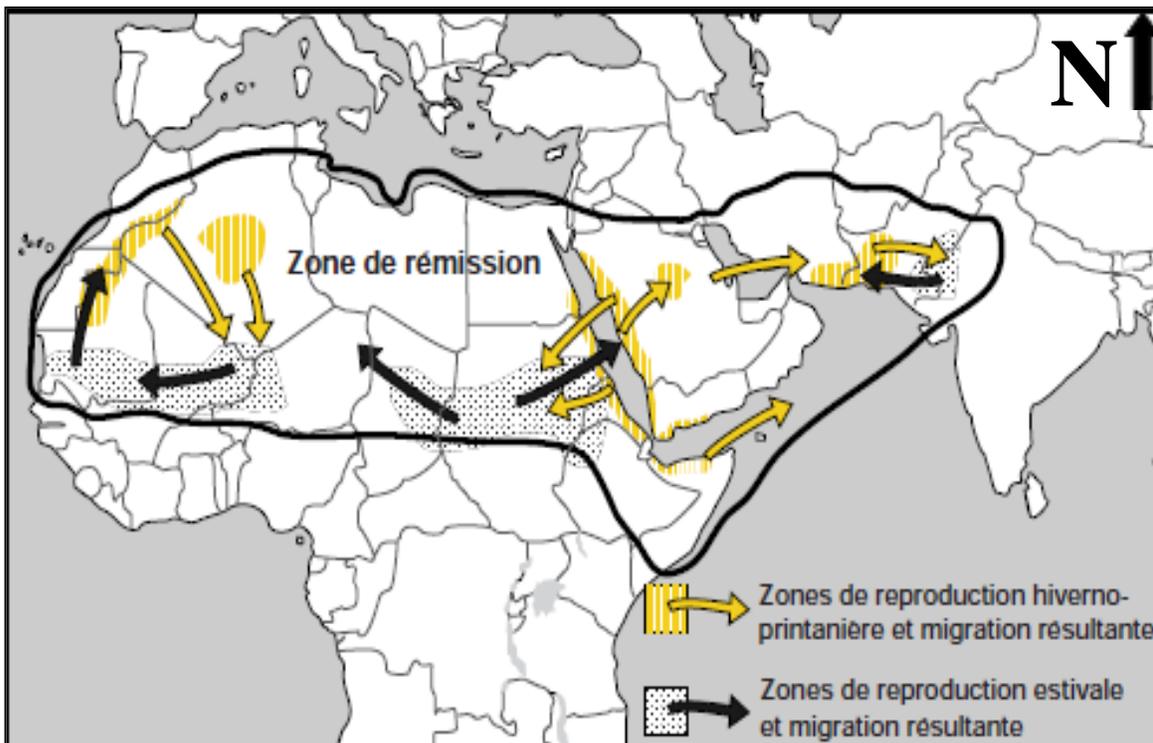
- L'aire grégarigène de la région orientale en bordure du désert indo-pakistanaï.
- L'aire grégarigène de la région centrale qui englobe les côtes de la mer Rouge et du golfe d'Aden.
- L'aire grégarigène de la région occidentale de l'Afrique regroupe la Mauritanie, le Mali, Le Niger et l'extrême Sud algérien où les foyers grégarigènes occupent les épandages aux pieds des massifs montagneux du Sahara méridional.

Durant les années d'invasion, la limite septentrionale d'expansion du Criquet pèlerin passe par l'Europe du Sud, la Turquie, la Transcaucasie en se prolongeant vers l'est en Iran, en Afghanistan et dans les républiques d'Asie centrale (Turkménistan, Tadjikistan et Ouzbékistan). Quand à la limite méridionale, elle longe le 5<sup>e</sup> parallèle nord, en Afrique de l'Ouest et redescend jusqu'au 10<sup>e</sup> sud, en Afrique de l'Est (LATCHININSKY *et al.*, 1997).

L'Algérie occupe une position centrale dans l'aire grégarigène occidentale. En période d'invasions, les essaims y transitent et s'y reproduisent durant les périodes hiverno-printanières et rejoignent, au début de l'été, la zone de reproduction estivale des pays du Sahel (fig. 7).



**Fig. 6 :** Limites des aires d'invasion, de rémission, et de grégarisation du criquet pèlerin dans le monde (SWORD et al., 2010 in PIOU et al., 2011).



**Fig. 7 :** Zone de rémission et de reproduction du Criquet pèlerin (SYMMONS et CRESSMAN, 2001)

### **1.7- Importance économique des dégâts**

Le Criquet pèlerin constitue un ravageur majeur en période d'invasion. Toutes les plantes cultivées, graminéennes ou non, sont susceptibles d'être attaquées (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989). Selon DURANTON et *al.*, (1982) chaque criquet peut consommer quotidiennement l'équivalent de 30 à 70 % de son poids (2 g) en aliment frais et pourrait atteindre 100% en phase grégaire.

Les deux dernières grandes crises acridiennes connues en région occidentale sont celles de 1987-1989 et de 2003 à 2005 des huit périodes d'invasions généralisées qui se sont succédé de 1960 à 2003 (LECOQ, 2004). Lors de l'invasion de 1987-1989, environ 700 millions \$US ont été mobilisés (BENHALIMA et *al.*, 2001) et près de 26 millions d'hectares ont été traités dans 23 pays (LECOQ, 2003 in DOGO, 2011). Pour le cas des pays de la ligne de front, les pertes ont été estimées à environ 60 % sur 200 000 hectares de pâturages attaqués, à 70 % sur 200 000 hectares de cultures pluviales en Mauritanie. Au Niger, ces pertes étaient évaluées à environ 50 % sur 1 million d'hectares de pâturages. Au Mali, les pertes causées étaient estimées de 65 % à 90 % sur 700 000 hectares de pâturages, de 5 à 75 % sur 300 000 hectares de cultures pluviales, de 85 % à 100 % sur 550 hectares de cultures maraîchères et de 35 % sur 200 hectares d'arboriculture (LECOQ, 2004). L'invasion de 2003-2005 a fait mobiliser environ 300 millions \$US, pour traiter 13 millions d'hectares (LECOQ, 2005). Au Niger, les conséquences de cette invasion, combinées à celles du déficit pluviométrique se sont traduites par une perte importante de la production céréalière. Au niveau du Maroc l'estimation des dépenses pour les opérations de lutte s'élevait à 79 millions dollars US (FAO, 2006 in DOGO, 2011).

### **1.8- Stratégies et moyens de lutte antiacridienne**

#### **1.8.1- Stratégies de lutte**

##### **1.8.1.1- La lutte préventive**

La lutte préventive est reconnue par la communauté internationale comme la seule stratégie durable pour maîtriser les invasions du criquet pèlerin. Elle consiste à surveiller en permanence les aires grégarigènes et à détruire par des interventions rapides sur des superficies limitées, les

bandes larvaires et les premiers regroupements acridiens ayant amorcés le processus de grégarisation (DURANTON *et al.*, 1995).

L'essentiel est d'altérer la tendance évolutive d'une situation avant d'en subir les effets néfastes. Il est évident que la lutte préventive est moins dangereuse, moins polluante, plus efficace et économiquement moins coûteuse que la lutte curative (LAUNOIS-LUONG *et al.*, 1988).

### **1.8.1.2- La lutte curative**

Une fois le fléau acridien déclaré, il n'y a plus d'autre alternative que la lutte curative. Le combat doit être organisé en situation d'urgence soit sur des sites précis, soit plus généralement sur des aires très vastes et discontinues. Quand 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 pour ramener la situation sous contrôle et la conduire vers un état de rémission (LAUNOIS-LUONG *et al.*, 1988 ; RACHADI, 1991).

La lutte curative devient nécessaire quand la lutte préventive n'a pas été suffisante pour enrayer les pullulations (LAUNOIS-LUONG *et al.*, 1988).

## **1.8.2- Moyens de lutte**

### **1.8.2.1- La lutte chimique**

Pendant les invasions acridiennes, les dégâts causés sont considérables et la lutte chimique devient une nécessité impérieuse. C'est le moyen le plus efficace et le plus important en termes de surface traitée et de possibilités matérielles, financières et humaines mises en œuvre. Il faut une stratégie adaptée à chaque espèce cible pour l'atteindre à une étape de grande vulnérabilité (LAUNOIS-LUONG *et al.*, 1988).

LECOQ (2003), note que les opérations de lutte chimique à grande échelle demeurent encore le seul moyen fiable pour contrôler ce ravageur. Sans oublier que la toxicité des produits utilisés n'affecte pas exclusivement les criquets, mais aussi les humains, le bétail, ainsi que l'environnement.

L'application des pesticides implique au préalable la délimitation de l'espace où évoluent les populations acridiennes. Pour cela l'utilisation de la prospection antiacridienne s'avère impérative. (DOBSON, 2001).

La destruction des Criquets pèlerins se fait rarement au niveau des œufs mais essentiellement au moment des éclosions ou peu après. Les bandes larvaires sont en effet beaucoup plus facilement repérables et donc économiquement plus rentables à traiter que les champs de pontes, et les traitements sont beaucoup plus efficaces sur les jeunes larves que sur les larves âgées et a fortiori sur les imagos. En effet, en 20-25 jours une bande de larves de 1<sup>er</sup> stade va se développer et atteindre le 5<sup>ème</sup> stade en occupant une surface 100 fois plus grande que celle occupée à l'éclosion. (POPOV *etal.* 1990). Les doses d'insecticides nécessaires sont moins élevées pour les jeunes larves que pour les imagos et les larves sont plus faciles à traiter (mobilité moindre notamment d'un jour à l'autre) (LECOQ et MESTRE, 1988).

Contre les larves il est recommandé de pulvériser des produits insecticides très rémanents pour ne pas être obligé de multiplier les épandages. Certains produits peuvent être utilisés en barrière en exploitant le comportement des bandes larvaires qui avancent souvent selon une direction prévisible. Contre les ailés grégaires très mobiles qui se perchent le soir sur les arbrisseaux et les buissons, il est impératif d'épandre un insecticide à effet de choc immédiat. Le laps de temps utile pour traiter est très court : le soir, entre le coucher du soleil et la tombée de la nuit ou bien à l'aube et peu après le lever du soleil avant que les criquets ne s'échauffent et ne s'envolent (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

Le traitement en ultra-bas volume à l'aide d'un pulvérisateur monté sur le pot d'échappement d'un véhicule tout terrain est souvent suffisant. Sinon, on devra procéder à des épandages à l'aide d'avions équipés de pulvérisateurs rotatifs pour nettoyer des foyers de pullulations larvaires ou des essaims de quelque ampleur (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

La plupart des opérations antiacridiennes réalisées au cours des quarante dernières années ont été effectuées à l'aide d'insecticides chimiques conventionnels (organo-chlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthrinoïdes) (DOBSON, 2001).

### **1.8.2.2- La lutte mécanique**

Les méthodes de lutte mécanique contre les acridiens sont les plus anciennes. Elles diffèrent selon qu'il s'agit de détruire physiquement les œufs, les larves ou les ailés. La destruction des œufs s'obtient en labourant les terres de 10 à 15 cm pour atteindre les pontes les plus profondes, cette méthode exige des zones cultivées car le labour ne peut pas être réalisé pour les sols inaccessibles au tracteur ou à la charrue. Les destructions des larves et des jeunes ailés à tégument non durcis se font en rassemblant les acridiens dans un fossé préparé à l'avance. Le rabattage est pratiqué en agitant des vêtements, des feuillages, ou en faisant du bruit (tambours, cris, chants). Le feu est entretenu sur des cordons de feuillages, d'herbes sèches, ou allumé au lance-flamme. Les ailés grégaires sont difficiles à détruire mécaniquement excepté à l'aube et au crépuscule où ils sont posés au sol. Des lance flammes et des grenades ont été utilisés contre eux (DURANTON et *al.*, 1982).

### 1.8.2.3- La lutte biologique

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

Divers prédateurs et parasitoïdes s'attaquent aux acridiens. CHOPARD (1943), a noté que les oothèques du criquet pèlerin au même titre que celles du criquet marocain, sont parasitées par de nombreux insectes, notamment les Diptères. Quelques autres ennemis naturels s'attaquent également aux adultes. Selon toujours cet auteur, seuls les Diptères, en particulier un Anthomyide, *Chortophila canaet* un Tachinide, *Stomorhinaz lunata*, peuvent jouer un certain rôle durant les années d'invasion. Pour DURANTON et *al.*(1982), les prédateurs du criquet pèlerin sont représentés par les nématodes, les acariens et les insectes particulièrement les coléoptères et les diptères.

De nombreuses recherches ont été entreprises dans le but de remplacer ou de réduire l'utilisation des pesticides chimiques par des solutions alternatives respectueuses de

l'environnement (JOHNSON et *al.*, 1991, Cité par HEMOUR, 2009). Plusieurs agents biologiques ont été testés à cet effet au laboratoire et sur terrain parmi lesquels :

Les espèces bactériennes entomopathogènes appartiennent aux familles des Bacillaceae, Pseudomonaceae et Enterobacteriaceae (GREATHEAD et *al.*, 1994). Des bactéries impliquées dans des maladies épizootiques sont observées chez les populations de criquets sauvages et 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 (ZELAZNY et *al.*, 1997 cité par ALLACHE, 2005).

La plupart des virus isolés à partir de criquets malades appartiennent à la famille des Poxviridae, plus particulièrement des virus entomopox (*Entomopox virinae*). D'autres familles de virus ont été trouvées chez les orthoptères. Elles appartiennent aux Baculoviridae, aux Iridoviridae, aux Parvoviridae et aux Picornaviridae (GREATHEAD et *al.*, 1994). Certains virus entomopox infectent les acridiens mais ils ne se sont pas avérés efficaces sur le terrain. Leur production est également onéreuse puisqu'ils sont fabriqués *in vivo*, c'est-à-dire sur des insectes vivants (DOBSON, 2001).

Certains protozoaires tels que *Nosema locustae* peuvent tuer les locustes et les sauteriaux mais leur efficacité a jusqu'à présent été décevante sur le terrain (DOBSON, 2001).

Parmi les microorganismes qui infectent les populations acridiennes, les champignons entomopathogènes sont les plus importants. Ceux du genre *Metarhizium* et *Beauveria* peuvent pénétrer directement la cuticule du criquet (PRIOR, 1933, cité par BELHADI, 2005). *Metarhizium* a une bonne action par contact, contrairement à tous les autres pesticides biologiques potentiels; une souche a été mise au point et homologuée sous forme d'un produit UBV connu sous le nom de "Green muscle". *Beauveria bassiana* a aussi connu un certain succès mais est surtout plus efficace sous des climats tempérés car inactif à des températures élevées (DOBSON, 2001). Les champignons peuvent tuer très rapidement en l'espace de quelques heures par l'intermédiaire de toxines, ou plus lentement par épuisement de l'hôte dont ils prélèvent l'eau et les nutriments pour se développer. Dans ce dernier cas, on observe une perte d'appétit et une réduction des capacités de vol des criquets ce qui limite les dommages aux cultures avant la mort du ravageur. Le taux de mortalité peut atteindre 70 à 90% et les criquets meurent au bout d'une à deux semaines après le traitement, selon l'importance de la biomasse végétale qui influe sur le taux de dilution des

spores épandues, de la dose de spores, de la virulence de la souche et de la susceptibilité des acridiens cibles(LUONG-SKORMAND et *al.*, 1999).

- **Les extraits végétaux**

Depuis l'aube des temps, les hommes ont employés les plantes pour divers usages (condiments, médecine et pour lutter contre les bioagresseurs). Aujourd'hui l'utilisation des extraits de plantes se généralise à de nombreux secteurs.

Un extrait végétal est un produit retiré d'une plante par une opération physique ou chimique. Suivant le procédé d'extraction nous pouvons avoir des extraits aqueux, alcooliques ou lipidiques. Un extrait végétal est un ensemble composé de molécules volatiles, odorantes, renfermées dans les feuilles et les fleurs, mais également dans les graines, les racines et les écorces des plantes. Ces composés allélochimiques sont impliqués dans la communication interspécifique et sont abondants dans les plantes.

Les plus commercialisés sont actuellement le pyrèthre et la roténone. Ces composés végétaux, utilisés depuis très longtemps (PHILOGENE et *al.*, 2002 cité par REGNAULT-ROGER, 2005). Le pyrèthre est une poudre produite à partir de plantes appartenant à la famille des Asteraceae, les chrysanthèmes (*Chrysanthemum spp.* ou *Pyrethrum spp.* ou *Tanacetum spp.*). La roténone et son isomère, sont identifiés dans des Fabaceae tropicales des genres *Derris* (originaire de Malaisie et des Indes orientales), *Lonchocarpus* d'Amérique latine et *Tephrosia* en Amérique du Nord. La roténone est facilement biodégradable : elle persiste trois à cinq jours sur le feuillage après son application. La roténone seule n'est pas toxique pour les abeilles qui sont très sensibles à son association avec le pyrèthre. La roténone est employée dans l'agriculture biologique, contre les pucerons des cultures légumières et des plantes ornementales, ainsi que contre le doryphore de la pomme de terre qui développe de nombreuses résistances aux insecticides (WEINZIERL, 1998 cité par REGNAULT-ROGER, 2005).

La nicotine fut sans doute l'une des premières molécules utilisées comme insecticide végétal. Aujourd'hui, elle est encore utilisée, dans quelques pays comme la Chine ou la Bolivie, dans les cultures de riz (les tiges de tabac sont immergées dans les rizières) et de la pomme de terre (pulvérisation) (THACKER, 2002 cité par REGNAULT-ROGER, 2005).

Le produit phare de cette nouvelle génération est indubitablement le « neem », margousier ou *Azadirachta indica* dont le principe actif est l'azadirachtine, largement commercialisé en Asie et qui se développe de plus en plus sur le marché nord-américain. En réalité, l'extrait de neem contient une centaine de molécules parmi lesquelles une douzaine d'analogues à l'azadirachtine. Mais seuls deux composés ont une activité significative comme inhibiteur de croissance. Tous les composés identifiés dans l'extrait brut de neem ne présentent d'ailleurs pas la même activité : ainsi les salanines et les nimbines sont des antiappétants (Isman, 1997 cité par REGNAULT-ROGER, 2005). Déjà testé sur plus de 300 insectes parmi lesquels les noctuelles, les cicadelles, les tordeuses et les Curculionidés, ou le doryphore (Coléoptère), l'azadirachtine est maintenant commercialisée sous un grand nombre de formulations dans de plus en plus de pays.

Les deux agents botaniques les plus prometteurs dans la lutte contre les criquets sont extraits à partir de graines d'arbres appartenant à la famille des Meliaceae, telle que ; le neem *Azadirachta indica* Juss. et le melia *Melia volkensii* Gürke DIOP et WILPS, (1997). L'effet d'extrait du neem a été beaucoup étudié. Il varie avec les espèces ; par exemple, l'application d'extrait aqueux sur les feuilles provoque une mortalité élevée chez *L. migratoria migratorioides*, alors qu'un puissant effet phagorépusif est observé chez *S. gregaria*, *Nomadacris septemfasciata* et *Zonocerus variegatus*. L'application d'une formulation huileuse à base du neem enrichie d'azadirachtine cause la mortalité, des problèmes de développement, particulièrement au moment de la mue, en plus du comportement anormal des individus en particulier un échec du comportement grégaire. Ainsi donc, il peut être envisagé l'utilisation du neem dans la protection intégrée, soit comme répulsif pour repousser les criquets des cultures ou par application locale pour augmenter leur mortalité (LOMER et *al.*, 1999, cité par OUTTAR, 2009). Des résultats encourageants ont été obtenus avec *Calotropis gigantea* (Pariet *al.*, 1998, cité par ABBASSI, 2003) chez le criquet pèlerin.

## 2- Données bibliographiques sur les plantes utilisées

En Algérie, la région aride est caractérisée par sa richesse en plantes aromatiques, médicinales et autres possédant des propriétés biologiques très intéressantes, lesquelles trouvent application dans divers domaines. Nos investigations sur le terrain dans la région d'Adrar et Tamenrasset, nous ont permis de constater que le revêtement végétal des biotopes des locustes dans cette région est très riche en espèces végétales présentant des propriétés antiappétantes, répulsives et même toxiques.

### 2.1- *Calotropis procera* Ait. (Arbre à soieou pommier de Sodome)

#### 2.1.1- Classification

- Règne : Plantae
- Embranchement : Magnoliophyta
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Asteridae
- Ordre : Gentianales
- Famille : Asclepiadaceae
- Genre : *Calotropis*
- Espèce : *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton, 1811

#### 2.1.2- Description Botanique

Selon les lieux, le pommier de Sodome est un arbuste nettement divergent à la base, d'environ 2 m de haut, ou un arbre au tronc droit, à cime irrégulière. Il atteint parfois 4 m. l'écorce crevassées, beige clair, s'apparente à du liège. Les feuilles simples, larges de 8 à 15 cm, sont coriaces et persistantes. De forme obovale, elles sont légèrement pointues, parfois à base cordée. Opposées, sessiles, elles ont une couleur vert glauque sur le dessus et plus grisâtre au dos, car elles sont pubescentes.

Les inflorescences en cymes portent de magnifiques fleurs odorantes à cinq pétales, dont la couleur varie du blanc vert au rose pourpre ou mauve. Les fruits de gros follicules renflés ovoïdes, évoquent des pommes vertes, d'où son nom. Ils renferment une quantité de graines aplaties, bien rangées, avec à leur sommet une touffe de soies blanches, qu'ils libèrent quand ils sèchent. La floraison se fait toute l'année, aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies. La reproduction se fait par les graines (NACOUUMA, 1996 cité par NIKIEMA., 2005).

Le *Calotropis* contient un latex blanc toxique, qui s'écoule à la moindre blessure (BENCHELAH et al., 2006).

### **2.1.3- Origine et distribution géographique**

Cette espèce d'origine saharo-sindienne (CHOPRA et al., 1960), est rencontrée en Inde, au Pakistan (BENCHELAH et al., 2006). Espèce commune dans le Sahara central et méridional (CHOPRA et al., 1960), elle est très répandue en Afrique de l'Ouest et de l'Est ainsi que dans les autres régions des tropiques (IRVINE, 1961 cité par DOSSOU et al., 2006). Et introduit en Amérique du Sud (CHOPRA et al., 1960).

Sa distribution irrégulière, est localement commune et grégaire. C'est une espèce sahélienne qui préfère les sols sableux (ARBONNIER, 2002).

Elle colonise les terres sableuses, investit les oueds et les espaces où l'humidité est encore conservée à faible profondeur. Le pommier de Sodome se développe rarement à une altitude de 1500 m, car il ne supporte pas le froid. Il investit les zones dont la végétation arborée a disparu. On a observé que sa présence correspond à une lente dégradation des sols, il s'installe de fait sur les terres usées, à végétation pauvre (BENCHELAH et al., 2006).

### **2.1.4- Utilisation**

L'usage de cet arbre est dangereux. Ses différentes parties sont toxiques. Il ne faut l'utiliser qu'avec prudence. Toutefois, il est très exploité en tant que matériel à faire le feu. On utilise les branches pour les clôtures de protection, l'enclos des bêtes au désert et les bordures des jardins des oasis. Bien que son bois ne soit pas très résistant, on en fait des piquets annexes pour monter la tente ou des éléments pour le lit touareg. Les petites branches sont utiles pour

confectionner des attelles. Dans les pratiques de tannage, on utilise son latex pour épiler les peaux (BENCHELAH et al., 2006).

La pharmacopée traditionnelle africaine et asiatique fait largement recours à cette plante dans le traitement de plusieurs maladies : douleurs rhumatismales, céphalées, diarrhées, syphilis, épilepsie, dermatose, asthme etc. (NACOULMA, 1996 cité par Nikiema, 2005). L'infusion et le décocté des feuilles sont utilisés respectivement dans le traitement de l'hypertension artérielle et de l'œdème. Les racines sont absorbées en poudre, dans du lait frais ou caillé comme purgatif, émétique et contrepoison, elles font partie de nombreuses compositions anti-lépreuses et antisyphilitiques,

On connaît depuis longtemps la toxicité du latex. L'emploi du latex est utilisé comme antiseptique et sédatif (G.R.I.P.T, 2001). Il présente cependant un danger pour les yeux. Parmi les principes actifs très virulents présents dans le latex, on note en particulier la calotropine. (BENCHELAH et al., 2006).

Les propriétés coagulantes de pommier de Sodome sont très intéressantes. Le *Calotropis procera* est utilisé comme coagulant dans la fabrication du fromage par les éleveurs, en particulier au Bénin et au Nigeria (DOSSOU et al., 2006).

Selon ZENASNI et al., (2012), les racines macérées de *Calotropis procera* peuvent être employées pour le traitement des eaux polluées en Zn(II).

2.1.5- Constituants chimiques des feuilles de *Calotropis procera*Tableau 1 : Principes actifs de *Calotropis procera* après (NIKIEMA, 2005)

Groupe de substances	Substances isolées	Références
Cardénolides	Calotropine 0,165% Calotropagénine 0,087%	Hesse et Reicheneder (1936)
	Uscharine Uscharidine Calotropine Calotoxine Uzarigénine Acide -19 –calotropine	Brüschweiler (1969)
	Proceroside	Qudrat-I-khuda et Amir(1969)
Polysaccharide	D-glucose +D-arabinose + D-glucosamine +L- rhamnose	Qudrat-I-khuda et Amir(1969)

Quelques structures chimiques des composés de *Calotropis procera*(HANS-DIETER NEUWINGER, 1990 Cité par NIKIEMA, 2005) (Annexe)



**Fig. 8 : *Calotropis procera* Ait. (Asclepiadaceae) (Original, 2014)**



*Le latex blanc*



*Les graines avec soies*



*Les inflorescences*



*Les fruits*

**Fig. 9 : Différentes parties de *Calotropis procera* Ait. (Asclepiadaceae) (Original, 2014)**

## 2.2- *Artemisia judaica ssp. Sahariensis* (Chev.) Maire (Armoise de Judée)

*Artemisia judaica* est appelé en :

Arabe : Ba'atharan

Anglais : Judean wormwood

Targui: Téharagélé

Français : Armoise de Judée

### 2.2.1- Classification

- Règne : Plantae
- Embranchement : Magnoliophyta
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Asteridae
- Ordre : Gentianales
- Famille : Asteraceae
- Genre : *Artemisia*
- Espèce : *Artemisia judaica ssp. Sahariensis* (Chev.) Maire

### 2.2.2- Description Botanique

Cet arbrisseau vivace, très rameux, forme de grosses touffes atteignant 60 à 80 cm de hauteur. Les tiges plus ou moins ligneuses ainsi que les petites feuilles divisées sont densément couvertes d'un duvet argenté, donnant à la plante sa couleur vert bleuté. Les capitules jaune pâle, est bombés, les inflorescences assez grosses, elles fleurissent au début du printemps. Les fruits sont des akènes petits ne dépassant pas 5 mm en taille. Une odeur très agréable se dégage de toute la plante (BENCHELAH et *al.*, 2011) (fig. 10).

### 2.2.3- Origine et distribution

Cette Armoise est saharo-arabique. La sous-espèce sahariensis, propre au Sahara central, abonde dans les lits d'oueds sablonneux. On la rencontre en fait dans de nombreuses régions, même sur sable grossier et gravillons. Mais elle ne pousse pas sur les hauteurs du Plateau (BENCHELAH et *al.*, 2011). La sous-espèce est endémique au Maroc, Algérie et la Libye.

### 2.2.4- Utilisation

*Artemisia judaica* jouit en revanche d'une grande réputation sur le plan médicinal. Autrefois, elle faisait l'objet d'un commerce important. L'Armoise de Judée est utilisée en infusion, en décoction ou séchée et réduite en poudre. Elle soulage les troubles de la digestion et sert de vermifuge. Elle est aussi réputée tonique. Son parfum lui vaut d'être ajoutée dans le troisième thé. On lui attribue des qualités prophylactiques. C'est ainsi qu'on attache au poignet du bébé un petit nouet contenant un peu de cet armoise sèche pour éloigner toute influence néfaste ou maléfique. A Djanet on ne manque pas d'en mettre quelques branches dans les vignes dès que les raisins sont bien formés afin qu'aucun effluve négatif ne les gâte. Il se peut que sa forte odeur chasse les insectes. Pendant les fêtes, en préventif, on prend une cuillère à soupe d'armoise avec un verre d'eau, ou une tisane, avant d'attaquer les fêtes, pour éviter les désagréments intestinaux (BENCHELAH et *al.*, 2011).

Le *A. judaica* a des constituants médicinales importantes qui pourraient être utilisés dans la production de médicaments pharmaceutiques. Al-MUSTAFA et Al-THUNIBAT (2008), ont rapporté que *A. judaica* était parmi les plantes médicinales qui a le potentiel de l'activité antioxydante et utilisés par la population jordanienne comme un agent anti-diabétique traditionnelle. Cet Armoise est largement utilisé dans la médecine traditionnelle en Egypte, il a été recommandé comme plante guérisseur et a un effet anti- diabétique (NOFAL et *al.*, 2009), et utilisé pour le traitement des troubles gastro-intestinaux (LIU et *al.*, 2004).

### 2.2.5- Constituants chimiques

Le screening phytochimique de l'extrait éthanolique des parties aériennes de *Artemisia judaica* a donné des flavonoïdes, des saponines, des terpènes et de tanins (NOFAL et *al.*, 2009).

L'huile essentielle des parties aériennes de *Artemisia judaica* L., contenir 25 composants Pipéritone (45,0%) trans-éthyle cinnamate, (20,8%) et le éthyle-3-phényl propionate (11,0%) étaient les composantes prédominantes, suivies par spathulenol (6,27%), cis-éthyle cinnamate (5,64%), 2,6-diméthyl Phenole (1,39%) et le méthyl cinnamate (1,06%). L'huile de l'armoise a une saveur caractéristique, pourrait donc être adapté pour l'utilisation en tant qu'agent antioxydant et de l'arôme dans l'industrie alimentaire(El-MASSRY, 2002).La composition chimique de l'huile essentielle de *A. judaica* (Tableau Annexe) (ABD-ELHADY,2012).



**Fig. 10 : *Artemisia judaica* ssp. *Sahariensis* (Chev.) Maire (Armoise de Judée)**

(<http://WWW.Sahara-Nature.com>)

**Chapitre II**

***Matériel et  
Méthodes***

## **I- Matériel et méthodes**

Dans ce chapitre nous exposons le matériel et les méthodes utilisés pour finaliser notre recherche. Le matériel biologique utilisé pour notre étude repose deux critères :

- L'insecte a une importance économique dans notre pays,
- La plante est disponible sur le territoire national et est connue pour son usage en pharmacopée traditionnelle locale, et ses propriétés insecticides relatées dans la littérature.

### **1. Matériel biologique animal**

Les essais sont réalisés sur les imagos du criquet pèlerin issus d'un élevage de masse réalisé au laboratoire de Biologie Animale à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie.

### **2. Matériel biologique végétal**

Les espèces végétales retenues dans le présent travail sont : *Calotropis procera* (Asclépiadaceae) et *Artemisia judaica* (Asteraceae). Les parties des plantes utilisées sont les feuilles récoltées à l'état végétatif. Les feuilles de pommier de Sodome nous proviennent de la région d'Adrar en Septembre 2012 et l'armoïse de la région de Tamanrasset en Novembre 2012.

### **3. Matériel utilisé au laboratoire**

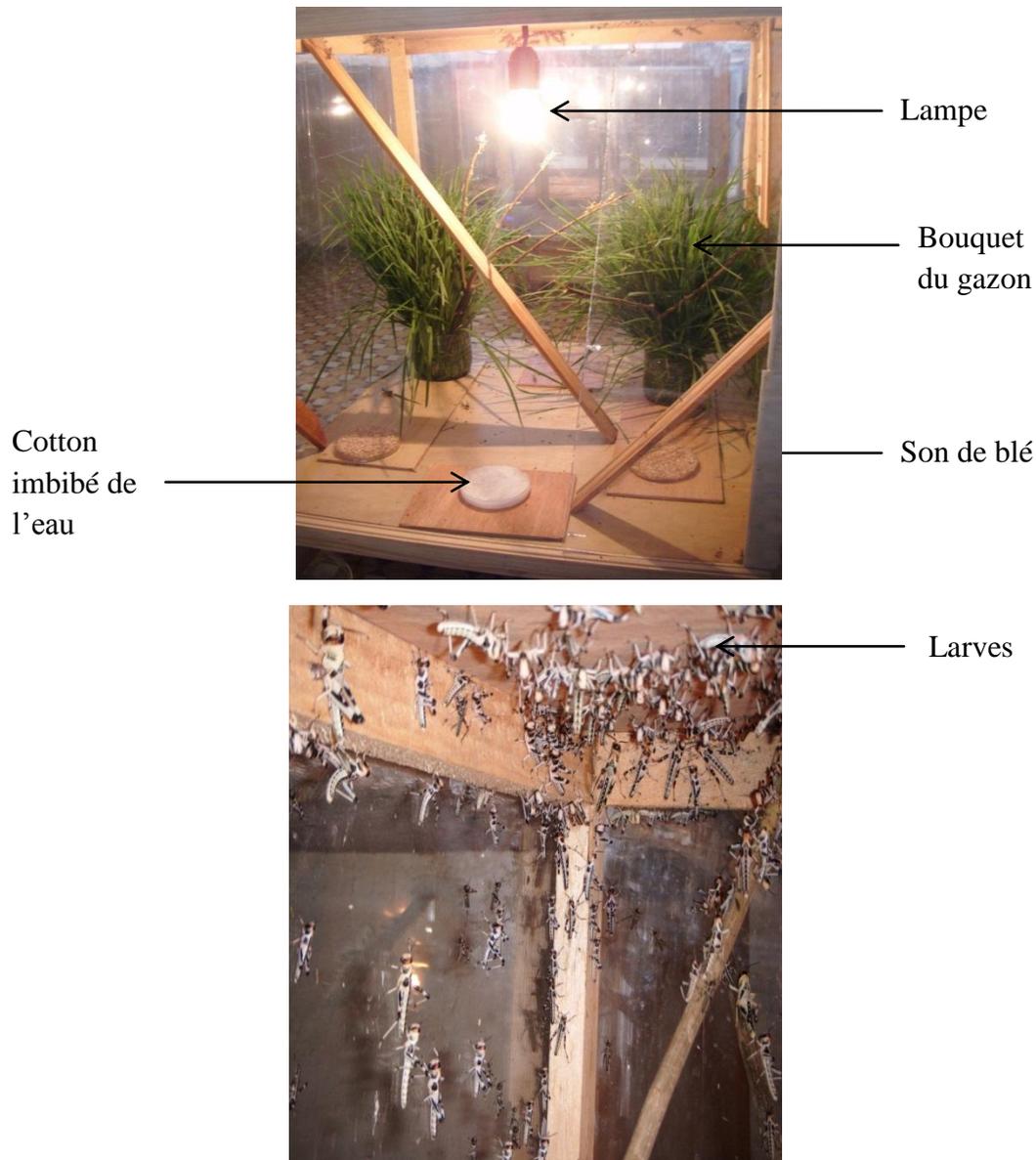
Le matériel utilisé pour nos bioessais est constitué de :

- Une balance de précision pour effectuer les pesées des individus, des fèces et des aliments.
- Un extracteur Soxhlet de 250 ml
- Un rotor vapor pour la concentration des extraits par évaporation des solvants organique utilisés pour l'extraction
- Une étuve pour le séchage des feuilles des plantes
- Un mixeur pour le broyage des feuilles
- Un pulvérisateur
- l'éthanol à 96%

## II- Méthodes

### 1- Méthode d'élevage des insectes

Les insectes sont élevés dans des cages de 62 cm de hauteur et 62 cm de longueur et 62 cm de largeur. Ces dernières sont maintenues à une température de  $33\pm 2$  C, une photopériode de 12 heures d'éclairement et 12 heures d'obscurité, et une humidité relative de  $45\pm 5\%$ . La nourriture utilisée est constituée de gazon (*Stenotaphrum americanum*), de blé dur (*Triticum durum*), de son de blé et de chou (*Brassica oleracea*). Le renouvellement de la nourriture, le nettoyage de la cage, l'humidification et la vérification des poids s'effectuent quotidiennement (fig. 11)..



**Fig.11** : Cage utilisée pour l'élevage des larves et des imagos

## **2- Méthode de préparation des extraits végétaux**

### **Le séchage du matériel végétal**

Les feuilles de *C. proserpinaca* et de *A. judaica* sont séchées à l'ombre au laboratoire de biologie animale de l'ENSA.

### **Principe de l'extraction**

Lorsque le ballon est chauffé, les vapeurs du solvant passent par le tube adducteur, se condensent au niveau du réfrigérant et tombent dans le corps de l'extracteur, faisant ainsi macérer le solide dans le solvant (chauffé par les vapeurs se trouvant en dessous). Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du tube siphon, qui provoque alors le retour du liquide dans le ballon, accompagné des substances extraites. Le solvant contenu dans le ballon s'enrichit progressivement en composés solubles. Les composés organiques demeurent dans le ballon où ils sont concentrés au cours des différents cycles. Le cycle peut se répéter indéfiniment, jusqu'à épuisement complet du solide, d'où l'efficacité remarquable de cette technique par rapport à la simple macération (Léger, 1989).

L'échantillon est concassé en fines particules, puis il est pesé et rempli aux 3/4 au maximum dans la cartouche d'extraction qui est tarée auparavant. Le solvant utilisé est un solvant non polaire (éthanol). Les extraits obtenus sont mis dans des flacons en verre fermés hermétiquement (Léger, 1989).

La poudre des feuilles a été introduite dans une cartouche puis placée dans un Soxhlet de 250 ml. L'extraction est faite dans un premier temps par épuisement avec l'éthanol à 95% (fig. 12). L'extrait éthanolique a été concentré au rotavapor à la température de 70°C ce qui a permis de récupérer une pâte que nous avons conservé dans un flacon ouvert afin d'éliminer toute trace de solvant.

A la pâte obtenue nous ajoutons de l'éthanol à 60% au produit d'extraction obtenu. Le mélange constitue donc le produit à tester.

Pour chaque extrait nous avons utilisé trois doses en progression géométrique de raison 2.

**D1**=0,05g /ml.

**D2**=0,1g /ml.

**D3**= 0,2g /ml.

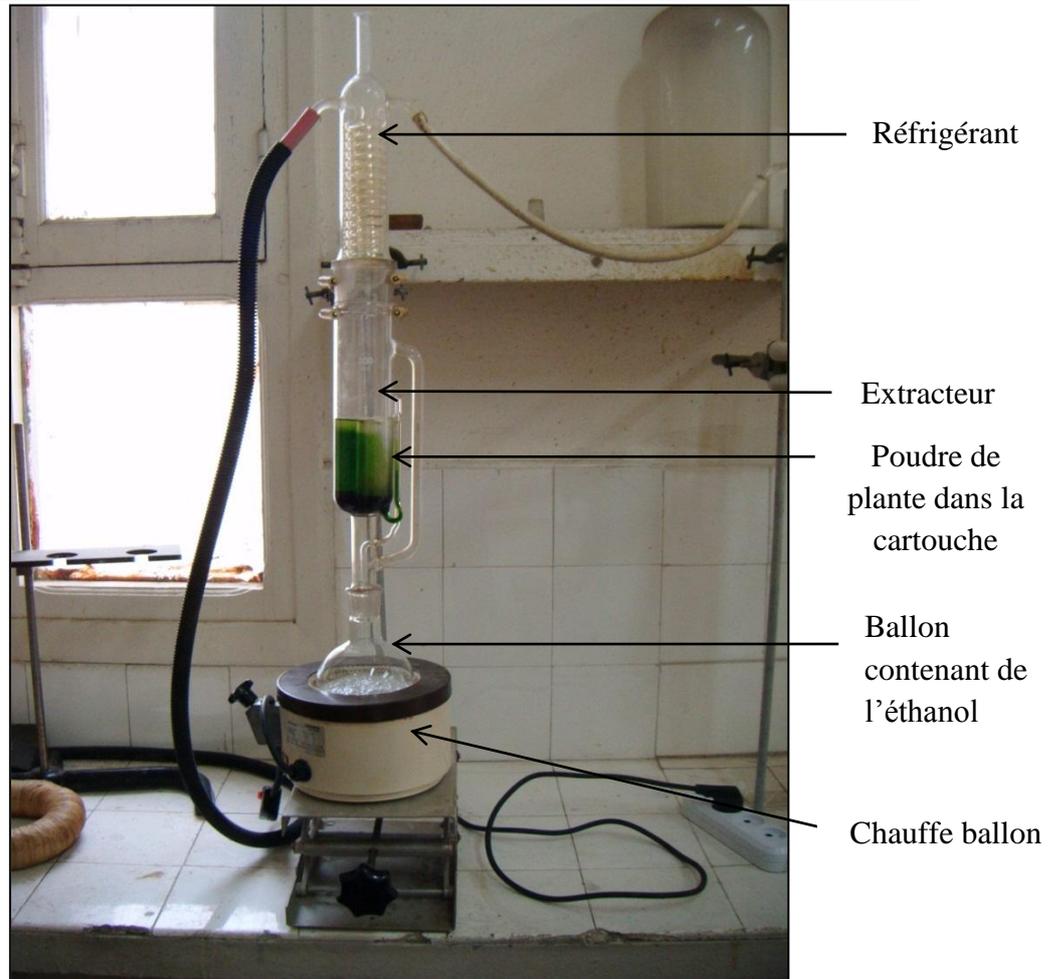


Fig. 12: Extracteur Soxhlet



Fig. 13: Rotavapor

### **3- Evaluation de l'activité insecticide des extraits éthanoliques de *C. procera* et de *A. judaica***

Après la mue imaginale, des jeunes adultes sont sélectionnés et placés dans des boîtes de 33 cm de longueur, de 23 cm de largeur et de 10 cm de hauteur. Dans chaque boîte correspondant à une répétition sont placés 5 couples d'insectes. Pour chaque extrait, pour les trois doses de même que pour le témoin et pour les deux modes de traitement, nous avons effectué trois répétitions. Les boîtes sont maintenues dans les conditions de laboratoire précédemment citées.

#### **3.1. Activité insecticide par ingestion**

Pour l'étude de la toxicité par ingestion Les insectes sont soumis à un jeûne de 24 heures afin de vider leur tube digestif et de les affamer.

Les imagos pour chaque répétition sont alimentés avec 20 g de gazon traité avec les extraits éthanoliques de chaque plante. Les témoins sont nourris avec 20 g de gazon pulvérisé d'éthanol à 60 %. Après évaporation totale du solvant, les individus sont nourris durant les deux jours du traitement. Au-delà de deux jours ils sont alimentés par du gazon non traité. La mortalité des individus morts est notée quotidiennement.

#### **3.2. Activité insecticide par contact**

Le principe de la méthode consiste à pulvériser directement les imagos du criquet pèlerin avec les solutions d'extraits. Les insectes témoins sont traités à l'éthanol à 60% dans les mêmes conditions. Le traitement est répété deux jours de suite. De même que l'essai ingestion le dénombrement des insectes morts est réalisé tous les jours.

### **4- Effet des extraits sur l'évolution pondérale**

L'effet de l'extrait des deux plantes sur l'évolution pondérale des imagos de *S. gregaria* est déterminée par des pesées quotidiennes des mâles et des femelles. Pour cela Nous avons pesé individuellement 3 mâles et 3 femelles pour chaque répétition et pour chaque mode de traitement. Les pesées sont réalisées quotidiennement jusqu'au 21<sup>ème</sup> jour. La dose retenue pour mesurer l'impact des produits sur les insectes est une dose sub létale égale à 0,05

g/ml. L'évolution pondérale, est exprimée par la différence entre le poids de l'insecte au dernier jour et son poids au premier jour.

### **5- Effet sur l'activité alimentaire**

Pour étudier l'action des deux extraits sur le comportement alimentaire des imagos de *S.gregaria* nous présentons 20g d'aliment au criquet. La quantité d'aliment non consommée est récupérée quotidiennement avec les fèces excrétées par les insectes dans chaque lot. Ces derniers sont emballés dans du papier aluminium portant le type de traitement, le jour de récupération et séchés dans une étuve réglée à 100°C pendant 24h afin d'obtenir un poids sec. Parallèlement, trois quantités de 20 g de gazon sont aussi séchées afin de connaître leur poids sec et déduire la quantité moyenne sèche du végétal donné aux insectes. La pesée des fèces et du végétal a été effectuée à l'aide d'une balance de précision (0,0001g).

### **Effet sur la consommation journalière des imagos**

Les pesées faites sur la matière sèche de l'aliment non consommé et sur les fèces des individus de chaque lot, permet de calculer la quantité d'aliment consommé (l'ingéra) ainsi que celle rejetée sous forme de fèces (l'egesta).

### **6- Etude de l'effet des extraits végétaux sur la reproduction**

Pour mesurer l'impact des extraits sur le potentiel reproducteur des ravageurs nous avons isolés des mâles et des femelles ayant survécues au traitement. Les insectes isolés sont placés dans une cage à raison de 3 couples par cage (chaque couple correspond à une répétition). Notre étude est effectuée aussi bien pour le test ingestion que le test contact. Dans chaque cage nous avons placé 2 ou 3 pondoires. Ces pondoires sont mis dans des conditions appropriées pour l'incubation des œufs. Le contrôle des pondoires se fait quotidiennement pour vérifier l'humidité du sable, les éclosions des œufs et les larves néonates mortes. Quant aux larves néonates vivantes, elles sont récupérées et mises dans des cages réservées à l'élevage des larves.

## **Effet des produits sur la fertilité**

Le test consiste à prélever 3 oothèques pondus par des femelles ayant survécues aux traitements par contact et 3 oothèques pondus par des femelles ayant survécues au traitement par ingestion. Chaque oothèque correspondant à une répétition est isolée dans une cage jusqu'à l'éclosion des œufs. Les larves neonates sont récupérées au fur et à mesure qu'elles sortent des œufs. Une fois les éclosions terminées les oothèques sont observées sous la loupe afin de répertorier les œufs non éclos.

## **7- Méthodes d'analyse des données**

### **7.1. Détermination de la mortalité observée**

La mortalité enregistrée est calculée selon la formule

$$\text{Mortalité observée}(\%) = \frac{\text{Nombre d'individus morts}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

### **7.2. Détermination de la mortalité corrigée**

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Cependant, le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le toxique, pour cela les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule de Schneider –Orelliqui est la suivante :

$$\text{MC}(\%) = \frac{M2 - M1}{100 - M1} \times 100$$

**MC (%) :** Pourcentage de mortalité corrigée

**M2 (%) :** Pourcentage de mortalité dans la population traitée

**M1 (%) :** Pourcentage de mortalité dans la population témoin

### **7.3. Détermination des doses létales 50 (DL50) et des temps létaux 50 (TL50)**

L'efficacité des extraits testés est déterminée par le calcul de la DL50, dose létale à laquelle meurent 50% de la population traitée pour un temps de 21 jours. Cette efficacité est aussi calculée par la TL50, temps léthal au bout duquel on obtient 50 % de morts pour les trois doses.

Les valeurs des DL50 et de TL50 ont été déterminées en utilisant la méthode des Probits (Finney, 1971). Pour cela les mortalités corrigées sont transformées en probit (Bliss in Cavelier, 1976) avec une transformation en logarithme népérien des doses et des temps (Cavelier, 1976). Ces transformations nous ont permis d'établir des droites de régression de type :  $y = ax + b$  ou Avec y: Probit des mortalités corrigées, x: le logarithme népérien de la dose ou du temps et a : la pente.

A partir des droites de régression, nous avons déterminé la DL50 et la TL50, pour chaque extrait.

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

Dans le but d'évaluer l'impact des deux extraits sur l'assimilation et la digestibilité de la nourriture ainsi que la transformation de cette dernière en matière corporelle chez le criquet pèlerin, nous avons utilisé les indices nutritionnels donnés par WALDBAUER (1968). Ces indices sont au nombre de cinq, le premier renseigne sur l'indice de consommation (I.C.), le deuxième concerne la digestibilité approximative ou l'efficacité d'assimilation ou le coefficient d'utilisation digestif (C.U.D.). Il existe aussi l'efficacité de conversion en biomasse de la nourriture ingérée (E.C.I.) et l'efficacité de conversion en biomasse de la nourriture digérée ou l'efficacité métabolique (E.C.D.). Finalement il s'agit de l'indice de croissance (I.Cr.). Le calcul des indices se présente comme suit :

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

Il s'exprime par le rapport entre le poids de la nourriture ingérée et celui de l'animal au cours de 24 Heures.

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

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

Il est appelé aussi indice de croissance relative et il est exprimé par le rapport du gain du poids sur le poids moyen de l'animal.

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

### 7.4.3. L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I.)

L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée en matière corporelle est définie par le rapport entre l'accroissement du poids de l'animal en une période donnée et le poids de la nourriture ingérée au cours de cette même période. Ce rapport est multiplié par cent:

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

### 7.4.4. L'efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D.)

L'efficacité de conversion de la nourriture digérée en matière corporelle est appelé également l'indice d'assimilation de la matière digérée, il est défini par le rapport entre l'accroissement du poids de l'animal et le poids sec de la nourriture retenue de la digestion en un temps donné. Le rapport est multiplié par cent:

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

### 7.4.5. Le coefficient d'utilisation digestif (C.U.D.)

Le coefficient approximatif de digestibilité de la matière ingérée est défini par le rapport de la différence entre le poids de la nourriture ingérée et celui des fèces sur le poids de la nourriture ingérée. Ce rapport est multiplié par cent

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

### **7.5. Analyse statistique**

L'analyse statistique réalisée dans le cadre de notre étude est l'analyse de la variance à un et deux critères de classification selon les tests. Lorsque cette analyse révèle des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman et Keuls (logiciel XL. STAT version 7.01)

*Chapitre III*

*Résultat et  
discussions*

I- Effet de l'action biocide des extraits éthanoliques de *Calotropis procera* et de *Artemisia judaica* sur les imagos de *Shistocerca gregaria*

1- Evaluation de l'action biocide par effet contact

Nous avons consigné les résultats de l'effet toxique des extraits éthanoliques de *Calotropis procera* et de *Artemisia judaica* sur les imagos de *S. gregaria* dans le tableau (Annexe) et les figures 14 et 15.

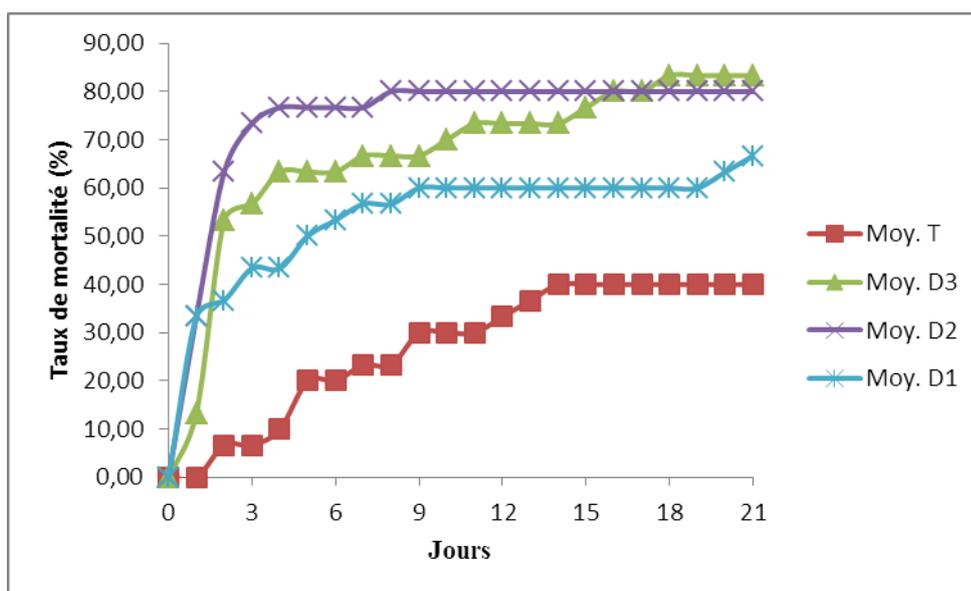


Fig.14:Mortalité journalière cumulée des imagos, traités par contact avec l'extrait ethnolique de *Calotropis procera*

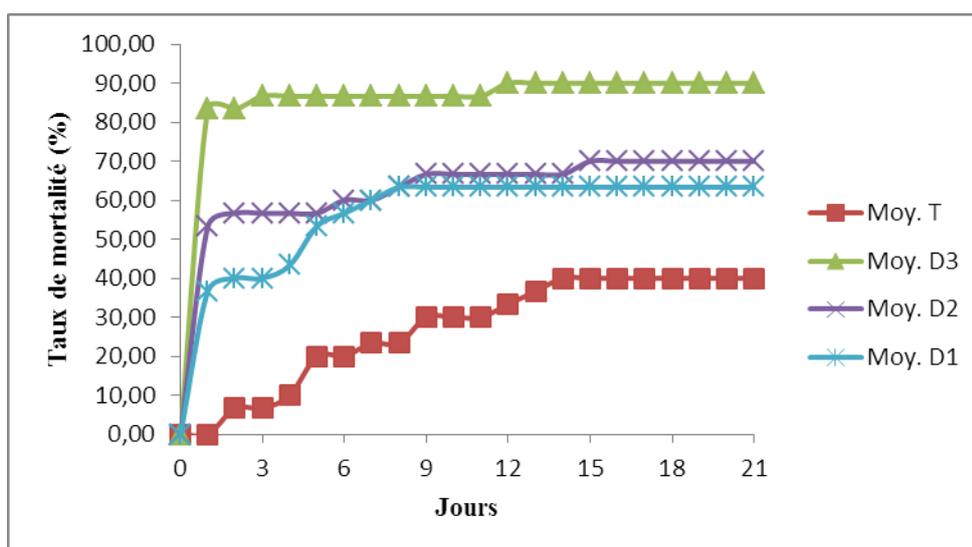


Fig.15 : Mortalité cumulée des imagos traités par contact avec l'extrait ethnolique de *Artemisia.judaica*

Les figures 14 et 15, montrent que les extraits des plantes testées présentent une activité acridicide par contact vis-à-vis des imagos de *S. gregaria*. L'effet biocide augmente en fonction des doses.

Nous remarquons que la première et la deuxième dose de *C. procera* provoque une mortalité de 33,33% après le premier jour de traitement pour atteindre 66,67% au 21<sup>ème</sup> jour (D1), 80% au 8<sup>ème</sup> jour (D2) et 83,33% au 18<sup>ème</sup> jour (D3).

En ce qui concerne *A. judaica* la mortalité débute un jour après traitement avec des taux de mortalité de l'ordre de 36,67%, 53,33% et 83,33% respectivement pour la D1, la D2 et la D3. Au fil du temps cette mortalité augmente pour atteindre 63,33% au 8<sup>ème</sup> jour, 70% au 12<sup>ème</sup> jour et 90% au 15<sup>ème</sup> jour.

Concernant le témoin, la mortalité a débuté deux jours après traitement avec 6,67% pour atteindre 40% au 14<sup>ème</sup> jour. Au-delà du 14<sup>ème</sup> aucune mortalité n'est enregistrée.

**Tableau 2:** Mortalité corrigée des imagos de *S. gregaria* traités par effet contact avec l'extrait de *C. procera*

Dose (g/ml)	ln (dose X 100)	R1	R2	R3	Moyenne	% Mortalité	MC (%)	Probits
T	-	3	5	4	4	40	-	-
0,05	1,61	9	7	4	6,67	66,67	44,44	4,86
0,1	2,3	10	9	5	8,00	80,00	66,67	5,43
0,2	2,99	10	9	6	8,33	83,33	72,22	5,59

MC : mortalité corrigée

**Tableau 3:** Mortalité corrigée des imagos de *S. gregaria* traités par effet contact avec l'extrait de *A. judaica*

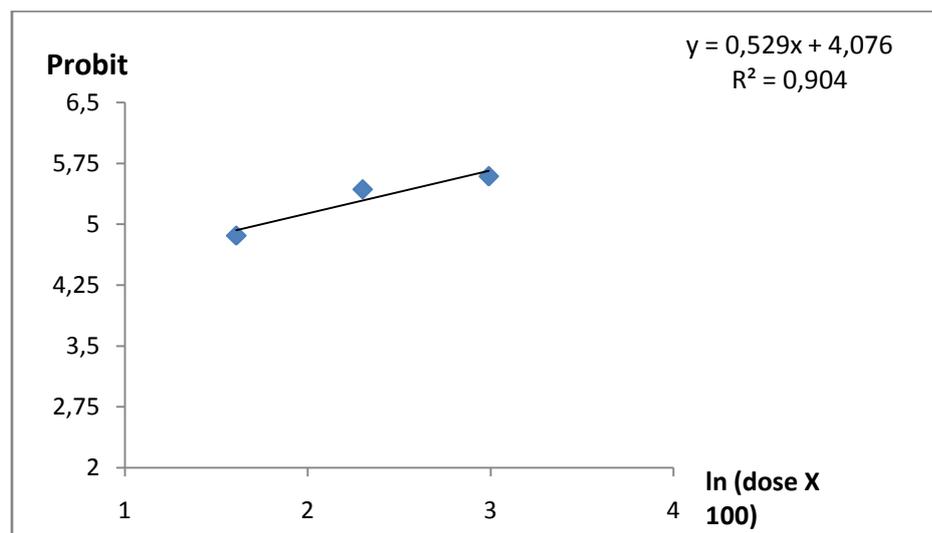
Dose (g/ml)	ln (dose X 100)	R1	R2	R3	Moyenne	% Mortalité	MC (%)	Probits
T	-	3	5	4	4	40	-	-
0,05	1,61	4	8	7	6,33	63,33	38,88	4,69
0,1	2,3	5	7	9	7	70	50	5
0,2	2,99	9	10	8	9	90	83,33	5,96

MC : mortalité corrigée

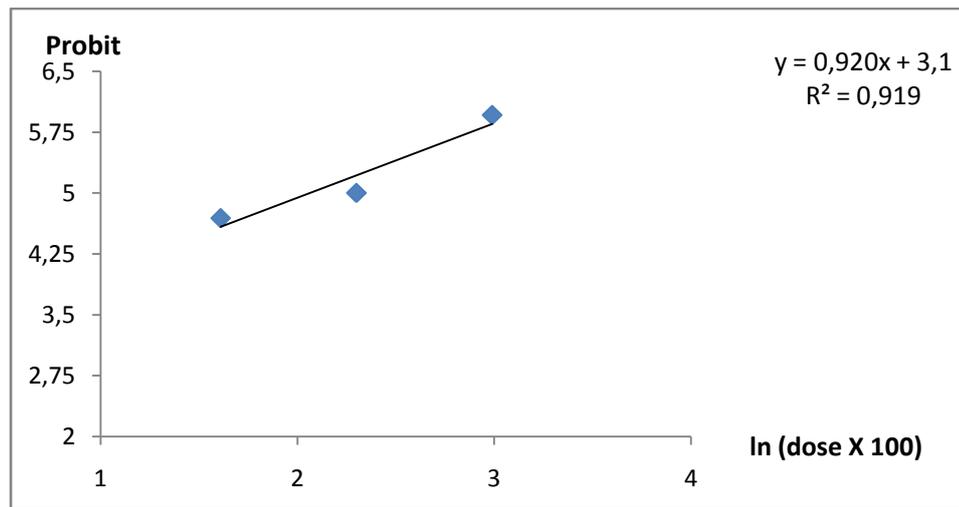
Les résultats consignés dans les tableaux 2 et 3, montrent que les pourcentages de mortalité corrigée obtenus augmentent avec la dose, ils varient de 44,44 à 72, 22 % pour l'extrait de *C. procera*, et de 38,88 à 83,33% pour celui de *A. judaica*

### 1.1. Evaluation de la DL50

L'efficacité de ces extraits a été également estimée par les DL50 représentées par les droites de régressions indiquées dans les figures 16 et 17.



**Figure 16 :** Régression mortalité dose par effet contact de *Calotropis procera*



**Figure 17 :** Régression mortalité dose par effet contact de *Artemisia judaica*

Les DL50 obtenues pour les deux extraits, montrent qu'elles sont supérieures à la dose minimale (0,05 g/ml) et inférieures à la dose moyenne (0,1 g/ml).

Le calcul de la DL50 donné une valeur de 0,057 g/ml pour *C. procera*. Le coefficient de corrélation se rapproche de 1 ( $R = 0,95$ ), et indique ainsi une forte corrélation entre la mortalité et la dose. La DL50 enregistrée pour l'extrait de *A.judaica* est égale à 0,078 g/ml avec un coefficient de détermination égale à 0,96.

D'après les DL50 obtenues, l'extrait éthanolique de *C. procera* est le plus efficace par contact pour les imagos de *S. gregaria*.

Nos résultats vont dans le même sens que BENZARA et al. (2013), ces auteurs ont obtenu une dose létale par contact de 0,19 g/ml avec l'extrait aqueux des graines de *Peganum harmala* sur les larves du 5<sup>ème</sup> stade de *Locusta migratoria*.

Selon Al-SARAR et al., (2012), le cardénolide extrait de *C. procera* détermine une DL50 de l'ordre de 34,35 mg/kg suite au traitement de l'escargot adulte *Monacha cantiana*.

L'action toxique de l'extrait éthanolique de *C. procera* contre les larves L3 de *Musca domestica* est aussi affirmée par BEGUM et al. (2011), les CL50 obtenues sont égales à 282,5 ppm.

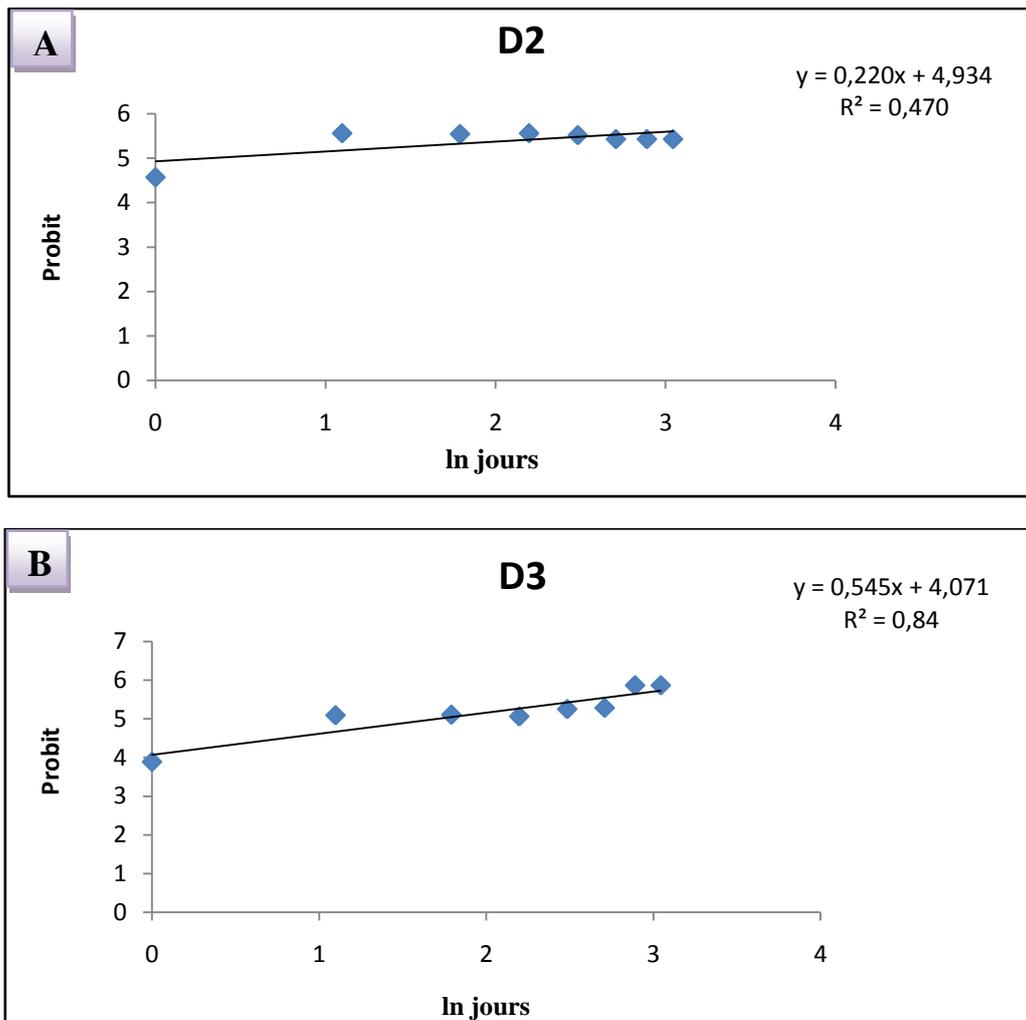
## 1.2. Evaluation des TL50

Le temps léthal 50 renseigne sur l'effet des extraits dans le temps. A partir des équations des droites de régression (Fig. 18 et 19) nous avons calculé les valeurs des TL 50 pour les doses 2 et 3 de chaque extrait.

Les résultats obtenus montrent que les extraits expérimentés provoquent une mortalité qui varie en fonction du temps. Nous constatons qu'à la dose 2 les deux extraits déterminent des TL50 très proches (1,34 - 1,35 jours). Par contre à la plus forte dose nous remarquons que la moitié de la population traitée meurt au bout de 5,5 jours pour *C. procera* et de 1,8 jours pour *A. judaica*. Ceci s'explique vraisemblablement par la toxicité des constituants de l'armoise qui expriment leur effet biocide plus rapidement que ceux de *C. procera*. S'agit-il d'une métabolisation de l'extrait de *procera* aboutissant à des métabolites de moins en moins toxiques au fil du temps? Ces résultats nous poussent à émettre des hypothèses à éclaircir concernant le comportement des extraits expérimentés.

Plusieurs travaux publiés dans la littérature ont montré que les biopesticides végétaux provoquent une mortalité de 50 % dans les populations traitées en un temps assez court. Ainsi l'étude réalisée BENZARA et al. (2013), a montré que La TL50 obtenue en traitant par contact les larves L5 de *L. migratoria* par l'extrait aqueux des graines de *P. harmala* est de 2 jours.

KEMASSI et al., (2013) ont enregistré une TL50 de 6 mn 12' chez les larves L5 et de 19 mn 21' chez les adultes de *S. gregaria* traités par l'huile essentielle de *Peganum harmala*. Ces mêmes auteurs KEMASSI et al., (2012) ont obtenues une TL50 de 41 mn 50' chez les individus adultes et un TL50 de l'ordre de 9 mn 17' jours chez les larves L5 de *S. gregaria* après traitement par les huiles essentielles brutes de *C. arabica*.



**Fig.18:** Régression mortalité temps par effet contact de *C. procera*

**A : Dose 2      B : Dose 3**

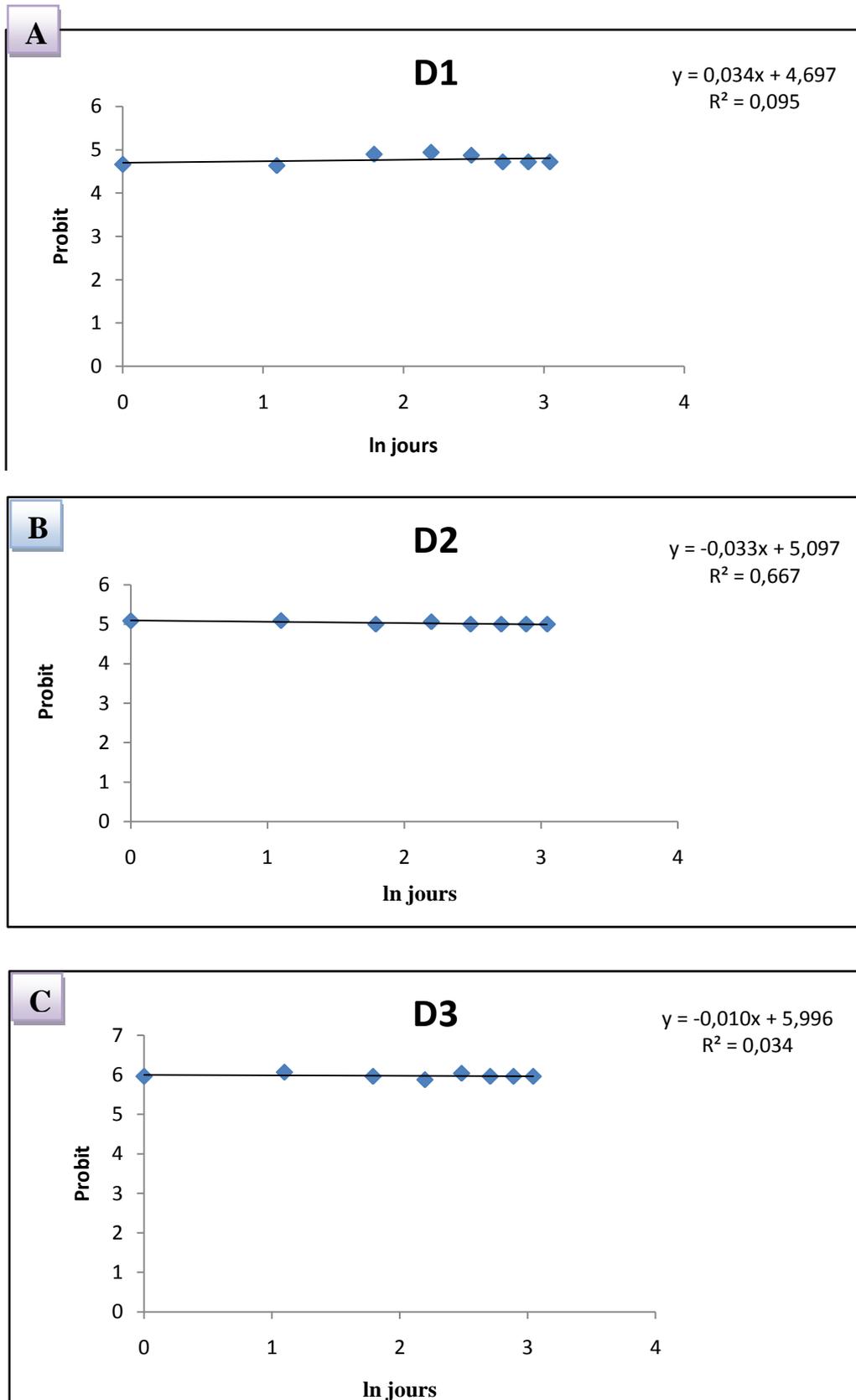


Fig. 19: Régression mortalité temps par effet contact de *A. judaica*

A : Dose 1      B : Dose 2      C : Dose 3

## Analyse de la variance

**Tableau 4 :** Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité  
(extrait de *C. procera*)

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
<b>Temps</b>	7	209,500	29,929	3,729	<b>0,001</b>
Résidus	88	706,333	8,027		
Total	95	915,833			
<b>Dose</b>	3	297,333	99,111	14,742	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	92	618,500	6,723		
Total	95	915,833			
<b>Temps*Dose</b>	31	538,500	17,371	2,946	<b>0,000</b>
Résidus	64	377,333	5,896		
Total	95	915,833			

**Tableau 5 :** Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité  
(extrait d'*A. judaica*)

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
<b>Temps</b>	7	66,323	9,475	1,239	<b>0,290</b>
Résidus	88	672,917	7,647		
Total	95	739,240			
<b>Dose</b>	3	466,198	155,399	52,361	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	92	273,042	2,968		
Total	95	739,240			
<b>Temps*Dose</b>	31	555,906	17,932	6,260	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	64	183,333	2,865		
Total	95	739,240			

A partir des tableaux 4 et 5, l'étude de la variance montre des résultats très hautement significatifs pour les deux facteurs ainsi pour leur interaction : le facteur dose ( $P = 0,001$ ), le facteur temps ( $P < 0,0001$ ) et l'interaction dose - temps ( $P = 0,000$ ) pour *C. procera*. Concernant l'extrait de *A. judaica*, Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes

de mortalité en fonction du temps ( $P = 0,290$ ). Par contre il y a une différence significative pour le facteur dose et l'interaction dose - temps qu'ils sont des probabilités de ( $P < 0,0001$ ).

**Tableau 6 :** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de *C. procera*)

Modalités	Moyenne	Regroupements	
J21	6,75	A	
J18	6,58	A	
J15	6,42	A	
J12	6,17	A	
J9	5,92	A	
J6	5,33	A	
J3	4,50	A	
J1	2		B

**Tableau 7 :** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de *A. judaica*)

Modalités	Moyenne	Regroupements
J21	6,583	A
J18	6,583	A
J15	6,583	A
J12	6,333	A
J9	6,167	A
J6	5,583	A
J3	4,750	A
J1	4,333	A

Le tableau 6 ci-dessus montre l'apparence de deux groupements A et B statistiquement différents. Le groupe B représente le premier jour après traitement avec une moyenne de 2 individus mort. Le groupe A représente les autres jours, au troisième jour, la moyenne des individus morts a connu une augmentation au bout de troisième jour avec un taux de 4,5 jusqu'au 21<sup>ème</sup> jours. Contrairement, pour *A. judaica* (tableau 7) le test de NEWMAN-KEULS classe les moyennes de mortalité en un seul groupe A ; Ceci signifie que la moyenne de mortalité n'augmente pas avec le temps.

**Tableau 8:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait de *C. procera*)

Modalités	Moyenne	Regroupements		
D2	7,29	A		
D3	6,46	A	B	
D1	5,46		B	
DO	2,62			C

**Tableau 9:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait d'*A. judaica*)

Modalités	Moyenne	Regroupements		
D3	8,79	A		
D2	6,42		B	
D1	5,62		B	
DO	2,62			C

D'après le Tableau 8, nous avons obtenu trois groupes A, B et C. Le premier groupe A est celui des doses D3 et D2 avec respectivement de 6,458 et 7,292 individus. Le deuxième groupe B est celui des doses D1 et D3 qui provoque des mortalités avec respectivement des moyennes de 5,458 individus et 6,458 individus, et le troisième groupe C est le témoin avec un moyenne de mortalité de 2,625 individus.

En ce qui concerne, l'extrait de *A. judaica* ; le test de NEWMAN-KEULS a mis en évidence l'existence de trois groupes A, B et C. le premier groupe A comprend la dose D3 avec une moyenne de mortalité de 8,79 individus. Les deux doses D2 et D1 sont représenté par le deuxième groupe B avec respectivement des moyennes de mortalité de 6,42 et 5,62 individus, ce qui signifie que l'efficacité est presque identique. Et enfin le témoin qui est représenté par le groupe C avec une mortalité de 2,62 individus (Tableau 9).

Les mortalités corrigées des insectes obtenues après traitement par contact montrent qu'aux doses utilisées, les extraits de *A. judaica* et de *C. procera* sont efficaces à l'égard de *S. gregaria*.

Nos résultats rejoignent ceux obtenus par de nombreux auteurs ayant testés l'activité toxique de *A. judaica* sur plusieurs bio agresseurs.

Ainsi HASSANEIN et al. (2004), ont signalé que les extraits d'hexane, de chloroforme, d'acétate d'éthyle et d'éthanol de *A. judaica* sont toxiques à l'égard les larves de *Spodoptera littoralis*.

En 2010, EL-SHARABASYa mis en exerguel'efficacité et la répulsivité des extraits bruts de *A. judaica* contre les femelles adultes et immatures de *Tetranychus urticae* au laboratoire. L'extrait éthanolique des feuilles de *Artemisia judaica* s'est révélé le plus efficace.

Plus tard NEBIH et al.(2011), ont démontré que l'extrait aqueux de deux armoises(*A. judaica* et *A. herba alba*) présentent une activité nématocide toxique pour les larves (L2) de *Meloidogyne*. Toutefois, la toxicité de *A. herba alba* s'avère plus importante que celle d'*A. judaica*.

Enfin ABD-ELHADY, (2012), a mis en évidence l'activité insecticide par contact de l'huile essentielle de *A. judaica* sur *Callosobruchus maculatus*.72 heures après traitement et aux concentrations de 50 et 40 %, cette huile essentielle s'est révélée très efficace contre les adultes de ceravageur.

Les constituants insecticides de nombreux extraits de plantes et huiles essentielles sont principalement monoterpénoïdes (REGNAULT - ROGER et HAMRAOUI , 1995). Par conséquent, l'activité insecticide de *A. judaica* peut être liée à ces composants. Deux composés isolés de *A. judaica* savoir pipéritone et trans-éthyl cinnamate montré une activité insecticide et une activité anti-appétente sur le troisième stade larvaire de *Spodoptera littoralis* (ABDELGALEIL et al., 2008).

De même que l'armoise *C. procera* a fait l'objet denombreux travaux ayant démontrés les potentialités biocides de cette plante à l'égard de nombreux nuisibles.

En effetVERMA et al., (1989) rapportentqueles extraits aqueux et méthanoliques de *C. procera* ont montré un effet toxique contre *Meloidogyne javanica*

Selon JAHAN et al. (1991), la poudre des feuilles de *C. procera* est efficace contre les larves de *Tribolium confusum*.

Les travaux de (AHMED, 1993 in AHMED et al., 2006 ) a mis aussi en évidence les propriétés insecticides des feuilles, des fleurs et des racines de *C. procera*. Cet auteur rapporte que les poudres, les extraits aqueux et alcooliques diminuent les préjudices causés par *Trogoderma granarium* sur blé et réduisent même le taux d'émergence de ce coléoptère.

Plus tard BEGUM et al. (2011), ont valorisé l'activité insecticide de *C. procera*. Cette plante s'est révélée très toxique vis-à-vis des larves (L3) de *Musca domestica* avec une mortalité de 100% à la dose 500 ppm. L'analyse phytochimique de l'extrait éthanolique des feuilles de *C. procera* a révélé la présence d'alcaloïdes et de phénols responsables sûrement de l'effet insecticide de l'extrait.

*C. procera* est aussi toxique à l'égard des cochenilles. Selon TAHA et al. (2011), l'extrait aqueux de cette plante est efficace sur les stades immatures de la cochenille *Asterolicanium phoenicis*.

Ainsi AL-SARAR et al., (2012), affirment que le cardénolide extrait de *C. procera* possède une forte activité molluscicide par contact contre l'escargot adulte *Monacha cantiana*.

D'après SINGHI et PUROHIT (2013), l'extrait méthanolique du latex de *C. procera* est un larvicide contre les moustiques de *Aedes aegypti* vecteur de la dengue. Il est important de rappeler que les plantes sont de nos jours exploitées pour leur pouvoir biocide permettant ainsi de contribuer à diminuer les dégâts causés par les bioagresseurs et l'utilisation de pesticides polluants des écosystèmes.

Les criquets ont aussi fait l'objet de plusieurs essais mettant en exergue l'action biocide des extraits végétaux. Ainsi en 2009 OUTTAR, rapporte que la majorité des larves de stade 5 traitées par contact à l'extrait du henné meurent au moment de la mue imaginale. La mortalité totale est obtenue au 21<sup>ème</sup> jour à la dose D1, au 20<sup>ème</sup> jour à la dose D2 et au 16<sup>ème</sup> jour à la dose D3. Chez les larves témoins le taux de mortalité atteint 20%, et reste stable jusqu'à la mue imaginale.

Plus tard en 2011, BEZAZ à son tour a démontré l'efficacité du laurier rose sur les imagos de *Locusta migratoria*. La mortalité enregistrée est de l'ordre de 100% au 1<sup>er</sup> jour à la dose D1, et 100% et 88.89% au 10<sup>ème</sup> jour respectivement pour la dose D2 et D3.

Enfin BENZARA et *al.* (2013), ont mis en évidence l'effet toxique de l'extrait aqueux des graines de *P. harmala* .Ce dernier provoque des mortalités chez les L5 de *L. migratoria* de 60 et 80% aux doses 0,12 et 0,24 g/ml dans un délai de 10 jours.

KHALFI (2007), a démontré l'effet insecticide et répulsif de 9 plantes médicinales sur *Rhyzopertha dominia* .Parmi les plantes étudiées *Origanum glandulosum* et *Mentha spicata* ont manifesté la plus grande efficacité.

## 2- Evaluation de l'action biocide par effet ingestion

Les résultats obtenus révèlent que les extraits éthanoliques des deux plantes expérimentées manifestent une activité insecticide par ingestion relativement variable selon les plantes vis-à-vis du criquet pèlerin.

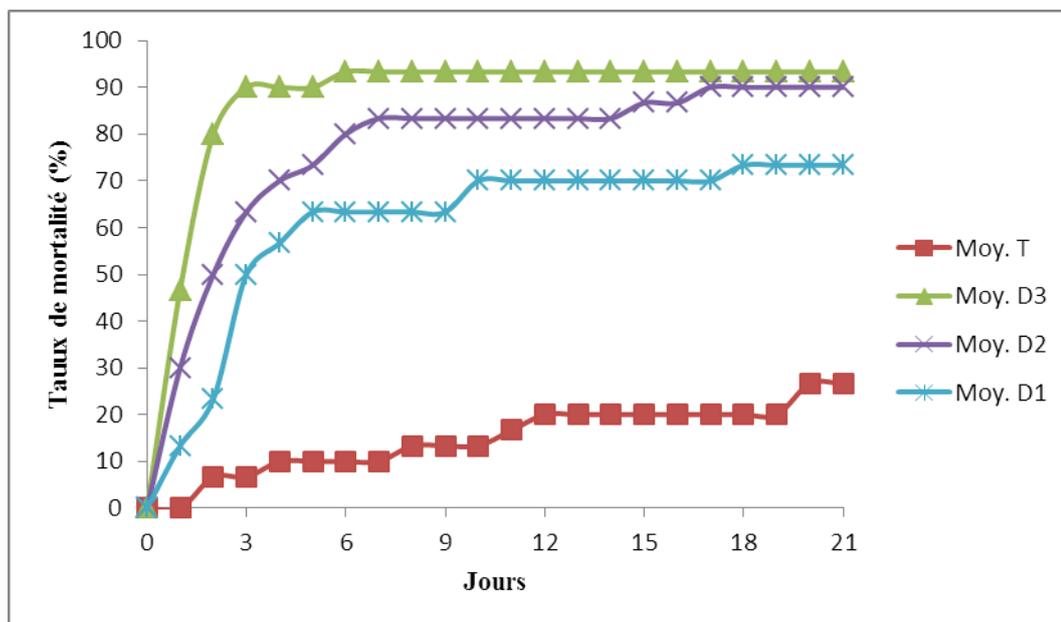


Fig. 20 : Taux de mortalité journalière cumulée des imagos, traités par ingestion avec l'extrait de *C. procera*

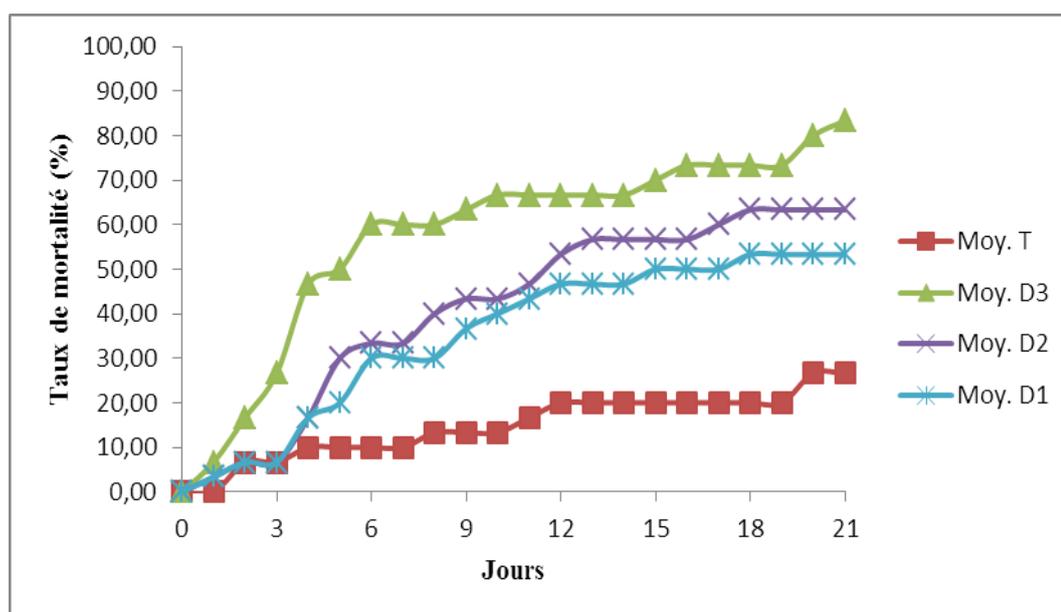


Fig. 21: Taux de mortalité journalière cumulée des imagos, traités par ingestion avec l'extrait de *A. judaica*

Au vu des résultats des figures 20 et 21, les tableaux (Annexe), il apparaît que l'alimentation des imagos par du gazon traité à l'extrait de *C. procera* et de *A. judaica* provoque une mortalité importante au sein des individus. Pour *C. procera*, nous constatons que la mortalité débute au 1<sup>er</sup> jour du traitement atteignant des pourcentages de l'ordre de 13,33%, 30% et 46,67% respectivement pour les doses D1, D2 et D3. Au 18<sup>ème</sup> jour la D1 provoque 73,33% et au 17<sup>ème</sup> la D2 entraîne une mortalité de 90%. Enfin la plus forte détermine 93,33% au 6<sup>ème</sup> jour. L'extrait éthanolique de *A. judaica* se révèle efficace par ingestion qu'à partir du 21 jours provoquant des taux de mortalité de l'ordre de 53,33%, 63,33% et 83,33%, respectivement pour les trois doses D1, D2 et D3. Les témoins subissent un taux de 26,67%.

Au vu des résultats, *C. procera* agit plus rapidement par ingestion que *A. judaica*.

**Tableau 11:** Mortalité corrigée par effet ingestion des imagos de *S. gregaria* traités par *C. procera*

Dose (g/ml)	ln (dose X 100)	R1	R2	R3	Moyenne	% Mortalité	M C (%)	Probits
T	-	3	5	4	2,67	26,67	-	-
0,05	1,61	5	10	7	7,33	73,33	63,64	5,35
0,1	2,3	10	7	10	9,00	90,00	86,36	6,1
0,2	2,99	8	10	10	9,33	93,33	90,91	6,33

**Tableau 12:** Mortalité par effet ingestion des imagos de *S. gregaria* traités par *A. judaica*

Dose (g/ml)	ln (dose X 100)	R1	R2	R3	Moyenne	% Mortalité	M C (%)	Probits
T	-	3	5	4	2,67	26,67	-	-
0,05	1,61	2	7	7	5,33	53,33	36,36	4,65
0,1	2,3	7	6	6	6,33	63,33	50,00	5
0,2	2,99	9	7	9	8,33	83,33	77,27	5,75

D'après les tableaux 11 et 12, nous constatons que les pourcentages de mortalité corrigée chez les imagos traités par ingestion varient de 63,64 à 90,91% pour *C. procera*, et

de 36,36 à 77,27% pour *A. judaica*. Les résultats obtenus montrent que la mortalité augmente avec la dose.

### 2.1.Évaluation de la DL50

La dose létale 50 (DL50) renseigne sur l'importance de l'effet des deux extraits expérimentés.

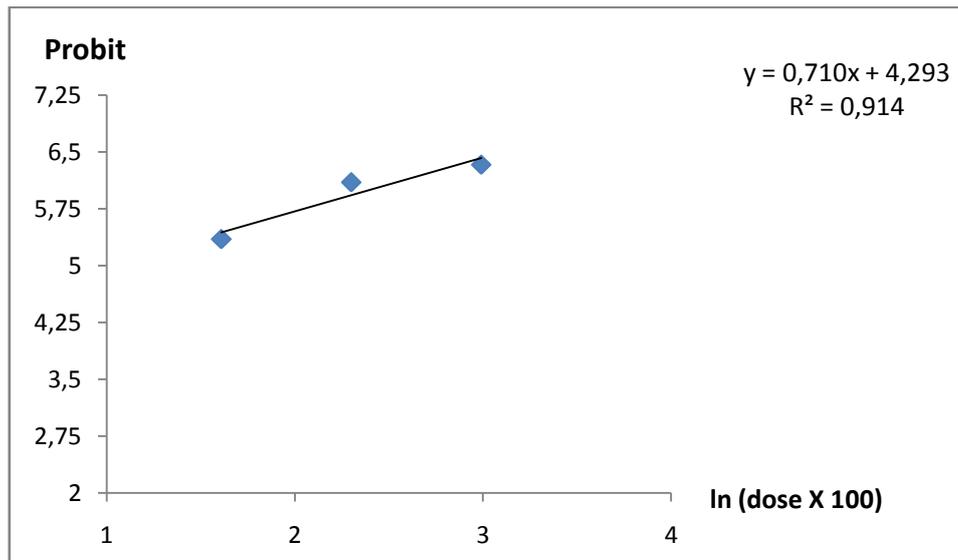


Fig.22 : Régression mortalité dose par effet ingestion de *C. procera*

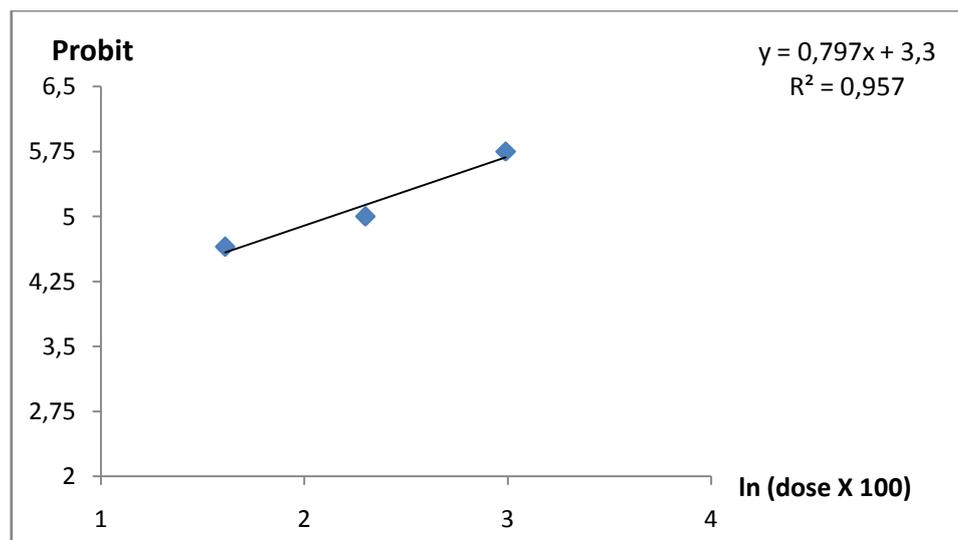


Fig.23 : Régression mortalité dose par effet ingestion de *A. judaica*

La dose létale 50 enregistrée pour l'extrait de *C. procera* est égale à 0,027 g/ml, celle obtenue avec l'extrait de *A. judaica* est égale à 0,084 g/ml. Nous pouvons donc déduire que *C. procera* a un effet acridicide plus élevé que *A. judaica* (Fig. 22 et 23).

Les résultats démontrent qu'il existe une relation étroite entre les doses et les taux de mortalité obtenus. Ceci est confirmé par le coefficient de corrélation R proche de 1, donc la corrélation est dite positive. L'action toxique par ingestion de certaines plantes sous forme d'extrait sur les acridiens a été mise en évidence par plusieurs chercheurs. BENZARA et al. (2013), ont obtenu une DL50 égale à 0,095 g/ml en traitant par ingestion avec l'extrait aqueux des graines de *Peganum harmala* les larves du 5<sup>ème</sup> stade de *Locusta migratoria cinerascens*.

Des résultats similaires sont rapportés par TAIL et al. (2011), concernant *S. gregaria* traitée par ingestion, avec l'extrait alcaloïdique du laurier rose et de l'eucalyptus. Les DL50 enregistrées sont de l'ordre de 3,02g/100ml de solvant pour le laurier rose et 6g/100ml de solvant, pour l'extrait alcaloïdique de l'eucalyptus. Plusieurs travaux publiés dans la littérature ont montré que les extraits végétaux ont un large spectre d'action sur les bioagresseurs.

## 2.2. Evaluation des TL50

D'après nos résultats, on remarque que les TL50 sont étroitement liés aux doses testées. Pour *C. procera*, la TL50 enregistrée chez les imagos traités par ingestion avec la plus forte dose (0,2 g/ml) est de 0,44 jours, A la plus faible dose la TL50 enregistrée est de 6,62 jours (fig. 21).

Le temps léthal 50 obtenu avec l'extrait de *A. judaica* est de 7,83 jours à la plus forte dose et atteint 23,87 jours pour la plus faible dose D1 (Tableau 19). Nous pouvons donc affirmer que *C. procera* agit plus rapidement par ingestion que *A. judaica*. Le coefficient de corrélation R est proche de 1 ce qui signifie que la mortalité augmente avec le temps.

L'activité insecticide dans le temps des extraits végétaux est rapportée par de nombreux scientifiques BENZARA et al. (2013), a obtenu une TL50 égale à 34,67 heures en traitant par ingestion les larves de 5<sup>ème</sup> stade de *Locusta migratoria cinerascens* avec l'extrait aqueux des

graines de *Peganum harmala*. Pour la même plante BOUZIANE (2012), a enregistré, un temps létal de 7,40 jours pour les adultes de *S. gregaria*.

ZAIM et al. (2012), rapportent que 50 % de la population de criquets de *Euchorthippus albolineatus*, alimentés par du gazon traité avec l'huile essentielle de *Artemisia herba-albame*urent au bout de 1,67 et 1,45 jour respectivement pour les mâles et les femelles.

Selon KEMASSI (2008), les larves L5 de *S. gregaria* traitées par l'extrait de *Citrillus colocynthis*. enregistrent une TL50 égale à 18,88 jours.

Plus tard KEMASSI et al. (2010) obtiennent, des TL50 de l'ordre de 10,51 jours pour les larves L5 et de 20,02 jours pour les adultes de *S. gregaria* traités par ingestion avec l'extrait acétonique de *Euphorbia guyoniana*. Enfin KEMASSI et al. (2012), obtiennent une TL50 de 24,80 jours pour les larves et de 45,86 jours pour les adultes de *S. gregaria* traités par ingestion avec l'extrait acétonique de *Cleome arabica*.

TAIL et al., (2011), enregistrent une TL50 de 63,09 heures, en traitant les imagos de *S. gregaria* par ingestion avec les alcaloïdes du Laurier rose, alors que ceux de l'eucalyptus n'ont pu éliminer que 29,16% d'individus au bout de 72 heures.

Enfin OULD EL HADJ et al. (2006), notent des TL50 plus courtes (7,5 jours) chez les larves L5 du criquet pèlerin, suite au traitement avec le neem. Alors qu'avec *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus* les TL50 obtenues sont respectivement 8,2 jours, et 10,4 jours.

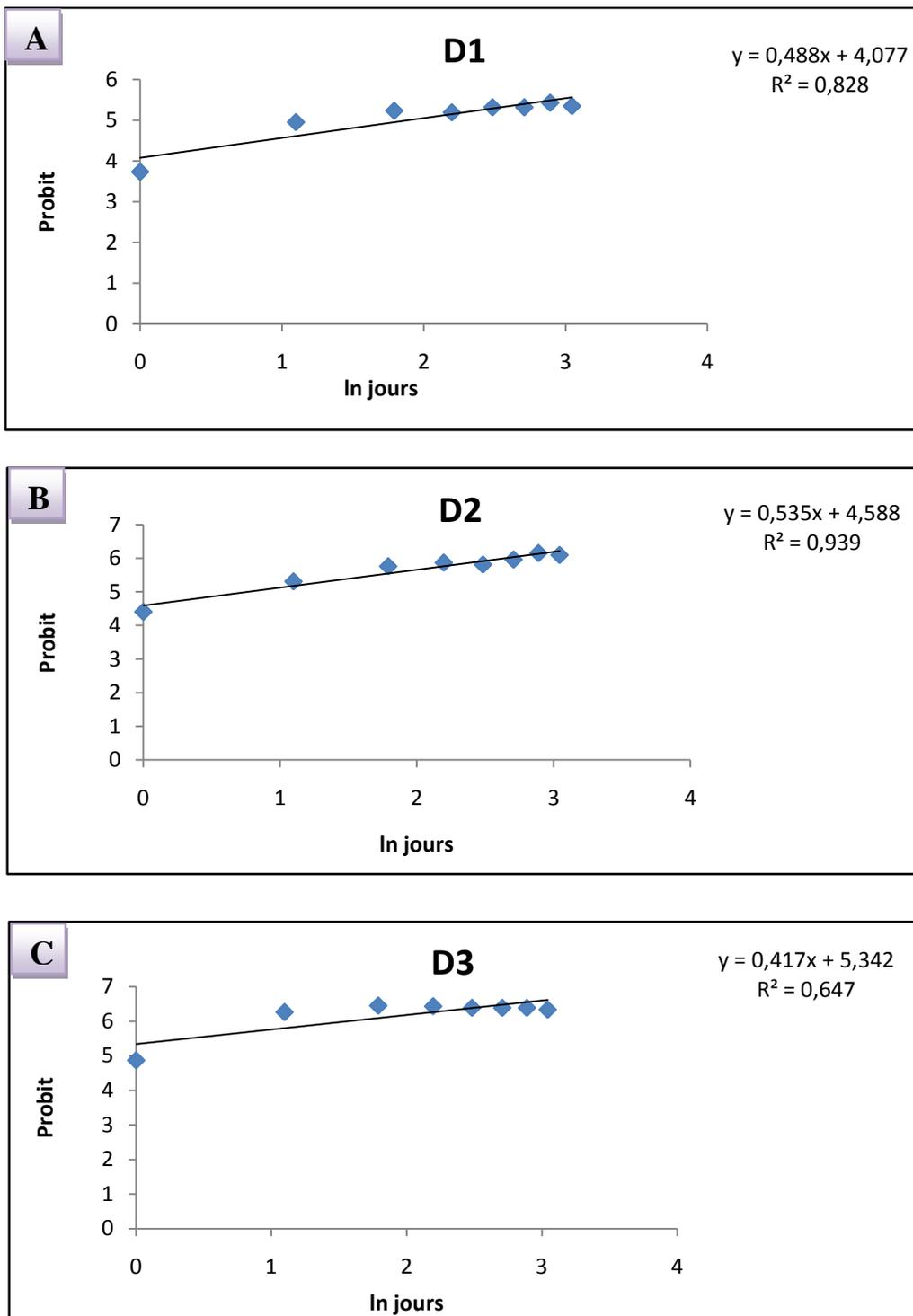


Figure 24 : Régression mortalité dose par effet ingestion de *Calotropis procera*

A : Dose 1    B : Dose 2    C : Dose 3

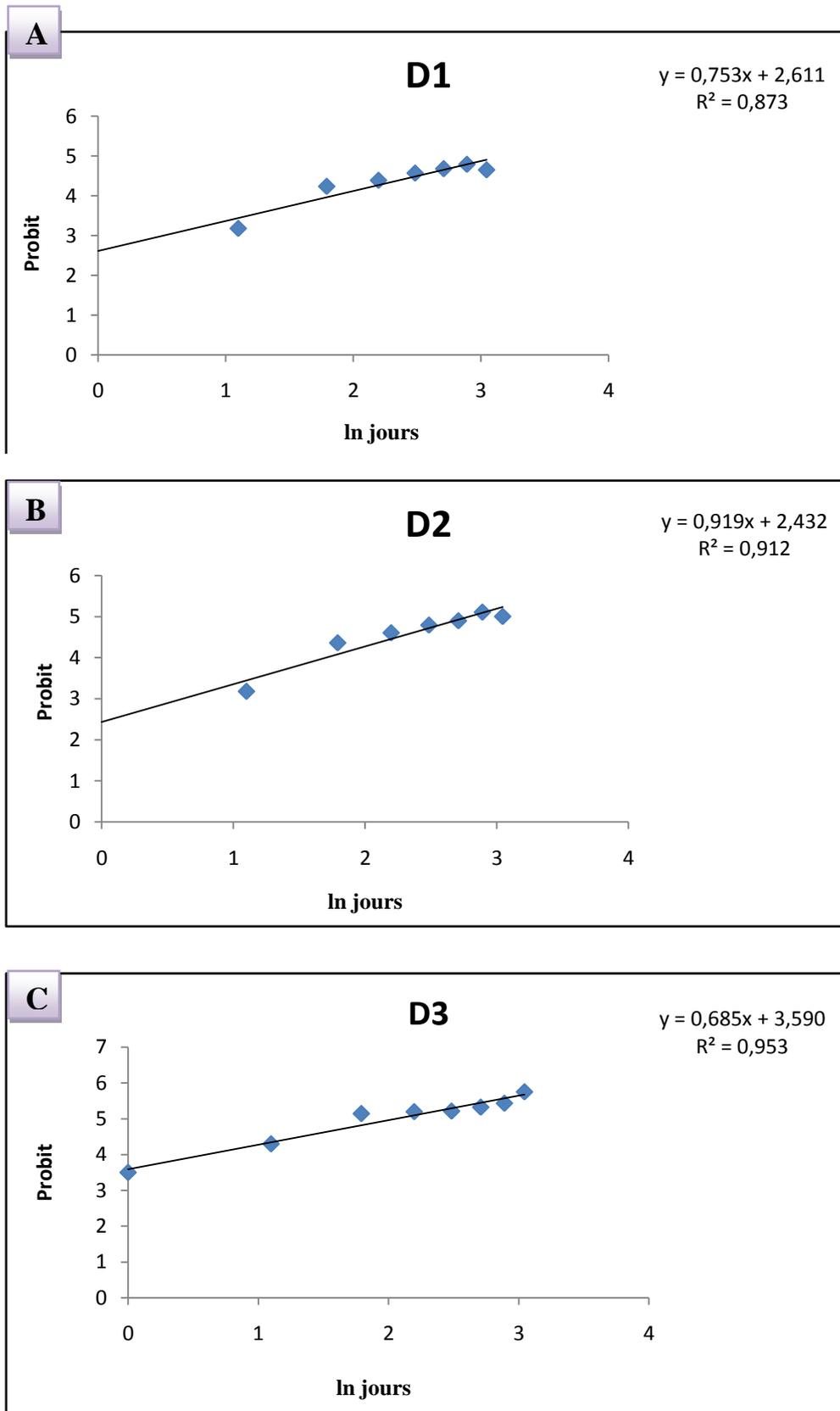


Figure 25 : Régression mortalité dose par effet ingestion de *Artemisia judaica*

A : Dose 1    B : Dose 2    C : Dose 3

## Analyse de la variance

**Tableau 13 :** Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité  
(extrait de *C. procera*)

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
<b>Temps</b>	7	205,625	29,375	2,715	<b>0,013</b>
Résidus	88	952,000	10,818		
Total	95	1157,625			
<b>Dose</b>	3	721,875	240,625	50,803	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	92	435,750	4,736		
Total	95	1157,625			
<b>Temps*Dose</b>	31	964,292	31,106	10,297	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	64	193,333	3,021		
Total	95	1157,625			

**Tableau 14 :** Analyse de la variance pour l'effet de la dose et le temps sur la mortalité  
(extrait de *A. judaica*)

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
<b>Temps</b>	7	312,667	44,667	8,800	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	88	446,667	5,076		
Total	95	759,333			
<b>Dose</b>	3	208,750	69,583	11,627	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	92	550,583	5,985		
Total	95	759,333			
<b>Temps*Dose</b>	31	571,333	18,430	6,274	<b>&lt; 0,0001</b>
Résidus	64	188,000	2,938		
Total	95	759,333			

Pour les extraits éthanoliques de *C. procera*, l'analyse de variance des deux facteurs le temps, la dose et leur interaction, montre des résultats significatifs ( $P = 0,013$ ) pour le facteur temps, et très hautement significatifs ( $P < 0,0001$ ) pour la dose et l'interaction (Tab. 13). Concernant l'extrait de *A. judaica*, les deux facteurs et leurs interaction ont un effet très hautement significatif sur le taux de mortalité ( $P < 0,0001$ ) (Tab. 14).

**Tableau 15:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de *C. procera*)

Modalités	Moyenne	Regroupements	
J21	7,083	A	
J18	6,917	A	
J15	6,750	A	
J12	6,667	A	
J9	6,333	A	
J6	6,167	A	
J3	5,250	A	
J1	2,333		B

**Tableau 16:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur temps (extrait de *A. judaica*)

Modalités	Moyenne	Regroupements	
J21	5,667	A	
J18	5,250	A	
J15	4,917	A	
J12	4,667	A	
J9	3,917	A	
J6	3,333	A	
J3	1,167		B
J1	0,417		B

Le tableau 15 montre l'apparence de deux groupements A et B statistiquement différents. Le groupe B représente le premier jour après traitement avec une moyenne de 2,33 individus mort. Le groupe A représente les autres jours, la moyenne des individus morts a connu une augmentation pour atteindre 5, 25 au 3<sup>ème</sup> jour et 7,083 au 21<sup>ème</sup> jour. Contrairement, pour *A. judaica* (Tableau16) le test de NEWMAN-KEULS classe les moyennes de mortalité en deux groupes A et B. Le groupe B représente le premier et le troisième jour après traitement avec des moyennes respectives atteignent 0,417 et 1,167 individus mort. Le groupe A représente les autres jours, à partir de sixième jour, ou nous enregistrons une moyenne de 3,33 individus morts et de 5,667 au 21<sup>ème</sup> jour.

**Tableau 17:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait de *C. procera*)

Modalités	Moyenne	Regroupements		
D3	8,71	A		
D2	7,58	A		
D1	5,96		B	
DO	1,50			C

**Tableau 18:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur dose (extrait d'*A. judaica*)

Modalités	Moyenne	Regroupements		
D3	5,62	A		
D2	4,04		B	
D1	3,50		B	
DO	1,50			C

Le test de NEWMAN-KEULS pour l'extrait de *C. procera* (Tableau17) montre la présence de trois groupes différents A, B et C, avec une moyenne de mortalité qui varient de 1,5 à 8,71 individus.

- Le premier groupe A est constitué par les doses (D2 et D3), dont le moyen de mortalité varie de 7,58 à 8,71individus.
- Le deuxième groupe B comprend la dose (D1), dont le moyen de mortalité est de 5,96 individus.
- Le troisième groupe comprend la dose témoin (D0) avec un moyen de de mortalité est de 1,5 individu. qui est bien inférieure à la mortalité aux autres doses.

Le test de NEWMAN-KEULS pour l'extrait de *A. judaica* (Tableau18) fait ressortir la présence de deux groupes homogènes différents avec une moyenne de mortalité qui varient de 1,5 à 5,62individus.

- Le premier groupe A comprend la dose (D3), dont le moyen de mortalité est de 5,62individus.
- Le deuxième groupe B est constitué par les doses (D1 et D2), dont le moyen de mortalité varie de 3,50à 4,04individus.
- Le troisième groupe comprend la dose témoin (D0) avec un moyen de de mortalité est de 1,5 individu. qui est bien inférieure à la mortalité aux autres doses.

A la lumière des résultats, il ressort que les extraits éthanoliques expérimentés possèdent une action biocide par ingestion à l'égard de *S. gregaria*. L'effet toxique par ingestion de *C. procera* est affirmé par plusieurs auteurs. Ainsi ABBASSI et al. (2004), ont rapporté que l'extrait alcaloïdique de *C. procera*, provoque 100% de mortalité, 15 jours après traitement sur les larves L5 de criquet pèlerin. Ces résultats sur *S. gregaria* concernant la mortalité chez les larves du cinquième stade sont identiques à ceux obtenus chez le même criquet par injection du latex de *C. procerapar* (Al ROBAI, 1997).

BAKAVATHIAPPAN et al., (2012), ont montré qu'à la dose de 5% l'extrait du chlorofome détruit 67% de la population larvaire de *Spodoptera litura* alors que l'extrait éthanolique n'affecte que 29% de la population. Les propriétés larvicides de l'extrait du chloroforme pourraient être dues à la présence de composés efficaces.

AHMED et al., (2006) en exposant des larves L4 de la coccinelle africaine du melon *Henosepilachna elaterii* aux feuilles de citrouille traitées avec l'extrait aqueux de *C. proceraa* à la concentration de 5% ont obtenu une mortalité larvaire de 100% au bout de 7 jours

Les travaux de BAGARI et al., (2013), ont aussi démontrés que les larves L 4 de *S. gregaria* nourries avec des feuilles de *Nerium oleander*, subissent un taux de mortalité cumulée de plus de 50% à partir du quatrième jour avec une mortalité totale enregistrée lors du 12<sup>ème</sup> jours.

KEMASSI et al., (2010) affirment aussi que l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* provoque des taux de mortalité, de 100% au 14<sup>ème</sup> jour chez les larves L5 de *S. gregaria*, et un taux de 66,67% chez les adultes, au 15<sup>ème</sup> jour. Plus tard l'étude réalisée par KEMASSI et al. (2012) sur la toxicité par ingestion de *Cleome arabica* sur *S. gregaria* a mis en évidence des taux de mortalité de 33,33% chez les adultes et de 16,66% chez les larves L5.

Selon OUTTAR, (2009), l'alimentation des larves L5 de *Locusta migratoria* par du gazon traité avec l'extrait du henné provoque un taux de mortalité de 96,67% au 22<sup>ème</sup> jour à la dose D1, et 100% à la dose D2 et D3 respectivement au 19<sup>ème</sup> jour et au 22<sup>ème</sup> jour. La toxicité par ingestion de l'extrait éthanolique des feuilles de *Peganum harmala* au stade végétatif ou au stade de fructification est aussi affirmée par ABBASSI et al., (2003) sur les imagos de *S. gregaria*. Cette plante provoque un taux de mortalité de 29% avec le premier extrait et de 15% avec le second au bout du 14<sup>ème</sup> jour.

Plus tard ABBASSI et ses collaborateurs (2005), ont mis en exergue que l'extrait éthanolique des feuilles de *Peganum harmala* au stade de floraison entraîne un taux de

mortalité de 75% chez les larves du cinquième stade au bout du 14<sup>ème</sup> jour et 45% chez les femelles adultes au bout de 16<sup>ème</sup> jour.

L'étude menée par BOUZIANE (2012), sur la toxicité par ingestion. des extraits acétoniques, alcaloïdiques et aqueux de *Euphorbia guyoniana* et de *Peganum harmala* sur les larves et les imagos de *S.gregaria* a révélé que l'extrait acétonique de *Euphorbia guyoniana*, provoque une mortalité totale au bout de 11 jours pour les L5 et de 17 jours pour les adultes. L'extrait acétonique de *Peganum harmala*, entraîne un taux de mortalité de 41,66% 10 jours après traitement chez les adultes. Quant à l'extrait alcaloïdique brut de *Euphorbia guyoniana*, le taux de mortalité atteint 83,33% au bout du 14<sup>ème</sup> jour et 100% au bout 15<sup>ème</sup> jour respectivement pour les larves L5 et les adultes.

Selon ACHEUK (2012), l'extrait méthanolique brut de *Haplophyllum tuberculatum* administré par ingestion forcée aux larves du 5<sup>ème</sup> stade de *Locustamigratoria* aux doses 350, 500, 1000, 1250, et 1500 µg/larve a entraîné des effets variables selon la dose administrée. Les fortes doses ont révélé une activité insecticide très intéressante avec des mortalités de l'ordre de 89%, 90% et 94% respectivement pour les doses D3, D4 et D5 au 9<sup>ème</sup>, au 7<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> jour après traitement.

ACHEUK et DOUMANDJI (2013), ont démontré que les alcaloïdes de *Pergulariatomentosa* a un effet larvicide puissant contre les L5 de *L. migratoria* traitées par ingestion forcée. L'extrait d'alcaloïdes a montré que le pourcentage de mortalité le plus élevé (96%) est obtenu avec 180 µg 10 jours après traitement. La dose de 240 µg a entraîné une mortalité de 100%.

D'après ZAIM et al., (2012), l'huile essentielle de *Artemisia herba-alba* montre un effet néfaste par ingestion sur la survie des imagos de *Euchorthippus albolineatus* entraînant une importante mortalité chez ces criquets. Cet effet s'exprime dès le premier jour de traitement avec un taux de mortalité de 33,3%. Celui-ci augmente progressivement pour atteindre une mortalité totale le 3<sup>ème</sup> jour chez les mâles et le 5<sup>ème</sup> jour chez les femelles.

TAIL et al., (2011) ont aussi confirmé l'action biocide, des alcaloïdes extraits des feuilles de *Nerium oleander*. Ces derniers affectent la survie des adultes de *Schistocerca gregaria* comparativement aux alcaloïdes extraits de *Eucalyptus globulus*, et ce, en fonction des doses et du temps. L'action toxique des alcaloïdes du laurier rose sur les adultes du criquet pèlerin est due à l'oleandrine, alcaloïde majoritaire chez cette plante provoquant au bout des 72 heures 87,5% de mortalité chez ce bioagresseur..

Les travaux de ABDELAOUI et al. (2009), sur la toxicité de l'acide gibbérellique sur *Locusta migratoria* (GA3) révèlent une mortalité larvaire importante à la concentration de 3125 µg/ml. Aux concentrations 125 et 625 µg/ml les laves du stade 5 subissent des difficultés d'exuviation.

BARBOUCHE et al., (2001), ont obtenu aussi suite à l'injection de l'extrait méthanolique de *Cestrum parqui* aux L5 du criquet pèlerin une mortalité de 100 % au bout de 2 à 4 jours. La mortalité enregistrée chez les imagos est également très élevée (90 % après 4 jours).

Selon IDRISSE HASSANI et HERMAS, (2008), l'alimentation avec *P. harmala* des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *S. gregaria* provoque très vite une mortalité importante au sein des individus.

Des effets similaires ont été constatés par OULD EL HADJ et al., (2006), avec les extraits de *Melia azedarach*, de *Azadirachta indica* et de *Eucalyptus globulus*, vis-à-vis des larves L5 et des adultes de *S. gregaria*.

#### Analyse de la variance (pour le facteur mode de pénétration)

**Tableau 20 :** Analyse de la variance pour le facteur mode de pénétration: (extrait de *C. procera*).

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Mode d'action	1	11,021	11,021	1,010	0,316
Résidus	190	2073,458	10,913		
Total	191	2084,479			

**Tableau 21 :** Analyse de la variance pour le facteur mode de pénétration (extrait de *A. judaica*).

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Mode d'action	1	231,880	231,880	29,399	< 0,0001
Résidus	190	1498,573	7,887		
Total	191	1730,453			

L'analyse de la variance à un critère de classification (ingestion, contact) (Tableau 20 et 24) révèle une différence très hautement significative pour *A. judaica* ( $P < 0,0001$ ) et une différence non significative pour l'extrait de *C. procera* ( $P=0,316$ ). Ceci est confirmé par le test de NEWMAN-KEULS (Tableau 22 et 23) Qui fait ressortir deux groupes A et B statistiquement différents pour *A. judaica*. En effet la moyenne de la mortalité cumulée notée par contact se révèle plus importante que celle notée par ingestion avec respectivement de 5,86 et 3,67. (Tableau 22 et 23) Concernant l'extrait de *C. procera* le test de NEWMAN-KEULS montre un effet similaire pour les deux modes d'action.

**Tableau 22 :** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur mode de pénétration : C.

*procera*)

Modalités	Moyenne	Regroupements
Ingestion	5,94	A
Contact	5,46	A

**Tableau 23:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur mode d'action (extrait de A.

*judaica*)

Modalités	Moyenne	Regroupements	
Contact	5,86	A	
Ingestion	3,67		B

### Analyse de la variance (pour le facteur plante)

**Tableau 24 :** Analyse de la variance pour l'effet de la plante

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Plante	1	83,440	83,440	8,355	0,004
Résidus	382	3814,932	9,987		
Total	383	3898,372			

L'analyse de la variance pour le facteur plante donne des résultats hautement significatifs ( $P=0,004$ ). Ceci signifie que les deux extraits agissent différemment sur la mortalité des imagos de *S. gregaria* (Tableau 24).

**Tableau 25:** Test de NEWMAN-KEULS pour le facteur plante

Modalités	Moyenne	Regroupements	
Cal.	5,70	A	
Art.	4,77		B

La comparaison des moyennes par le test de NEWMAN-KEULS a met en évidence deux groupes A et B. Le groupe A représenté l'extrait de *C. procera* avec mortalité de 5,70 individus, et le groupe B représente l'extrait de *A. judaica* avec 4,77 individus (Tableau 25). L'analyse de ces résultats confirme que l'extrait de *C. procera* est plus toxique que celui de *A. judaica*.

II- Effet des extraits éthanoliques de *C. procera* et de *A. judaica* sur l'évolution pondérale, le gain du poids, le développement et l'activité alimentaire des imagos de *S. gregaria*

1. Effet sur l'évolution pondérale

1.1. Traitement par contact

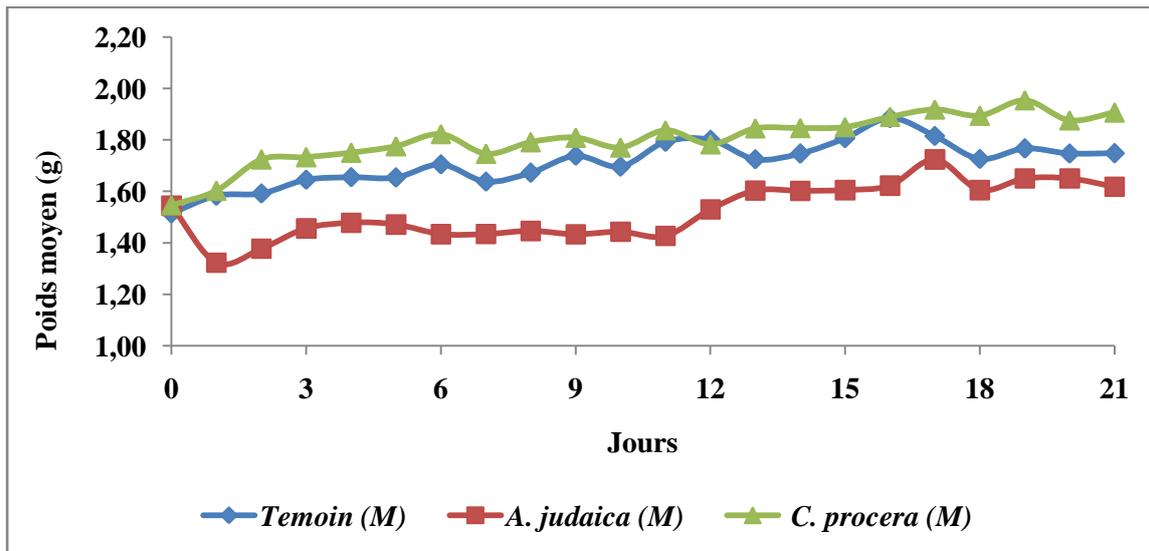


Fig. 26 : Evolution pondérale des imagos mâles de *S. gregaria* traités par contact

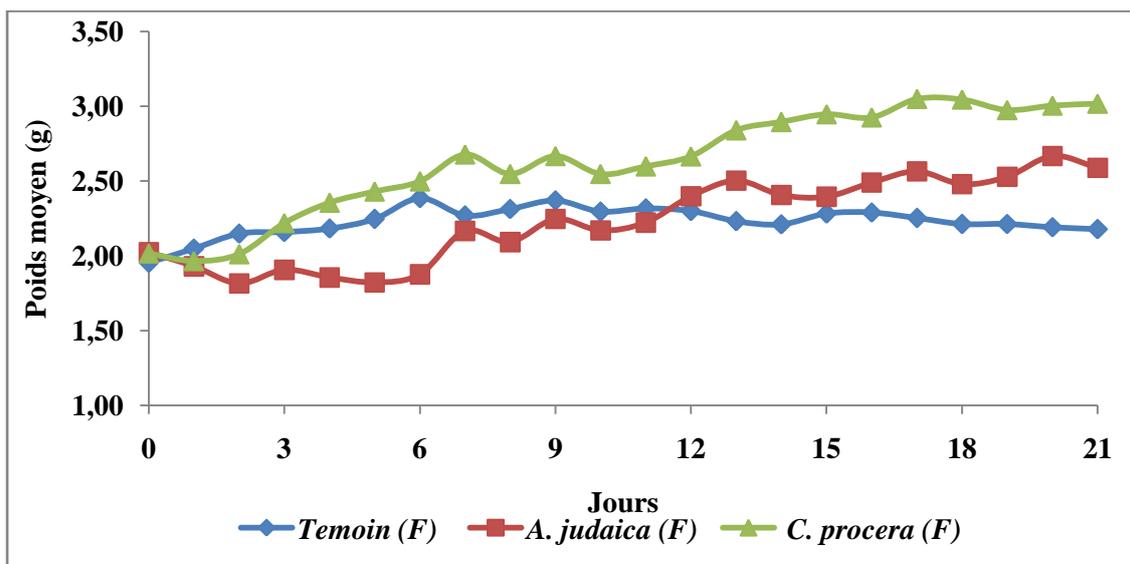


Fig. 27 : Evolution pondérale des imagos femelles de *S. gregaria* traitées par contact

Les figures 26 et 27 montrent que le poids des imagos traités et non traités par contact sont variables. Les imagos mâles pèsent au début du traitement 1,5 g. Nous remarquons que les imagos non traités et ceux traités avec l'extrait de *C. procera* enregistrent une évolution pondérale dès le premier jour. Cependant les insectes traités à l'extrait de *A. judaica* voient leur poids décroître à partir du premier jour jusqu'au 12 jour au de-là duquel nous enregistrons une légère augmentation du poids des insectes.

Concernant l'évolution pondérale des femelles, le poids moyen initial est de 2 g, ce dernier décroît les deux premiers avec le traitement par *C. procera* et *A. judaica* et augmente avec le temps pour atteindre au 21<sup>ème</sup> jours 3,02 g et 2,59 g respectivement pour *C. procera* et *A. judaica*. Chez les imagos femelles témoins, le poids moyen augmente les premiers jours et reste stable. Cela suppose que les extraits des deux plantes n'affectent pas l'alimentation des insectes par effet contact. Les mêmes observations sont relatées par OUTTAR (2009), qui a enregistré un accroissement de poids chez les larves L5 et les imagos mâles et femelles de *L. migratoria* traitées par contact au henné.

MOUSSA (2003), a aussi trouvé que la différence entre le poids des larves L4 et L5 témoins de *Locusta migratoria* et celles traitées par contact à l'huile essentielle du Neem n'est pas très significative. Les larves traitées s'alimentent comme les témoins.

## 1.2. Traitement par ingestion

Les figures 28 et 29, démontrent que le poids moyen des imagos mâles et femelles de *S. gregaria* traités à l'extrait de *C. procera* par ingestion décroît les deux premiers jours. Cette diminution de poids est la conséquence du refus de consommer les feuilles de gazon traitées à l'extrait. A partir du deuxième jour, les imagos sont nourris avec du gazon non traité ce qui entraîne une croissance rapide du poids des insectes. Par contre les imagos mâles et femelles traités et non traités par ingestion avec l'extrait de *A. judaica* connaissent une augmentation de poids dès le premier jour de traitement. Vers la fin de l'essai nous remarquons que le poids des individus des deux sexes traités et témoins tend à se stabiliser.

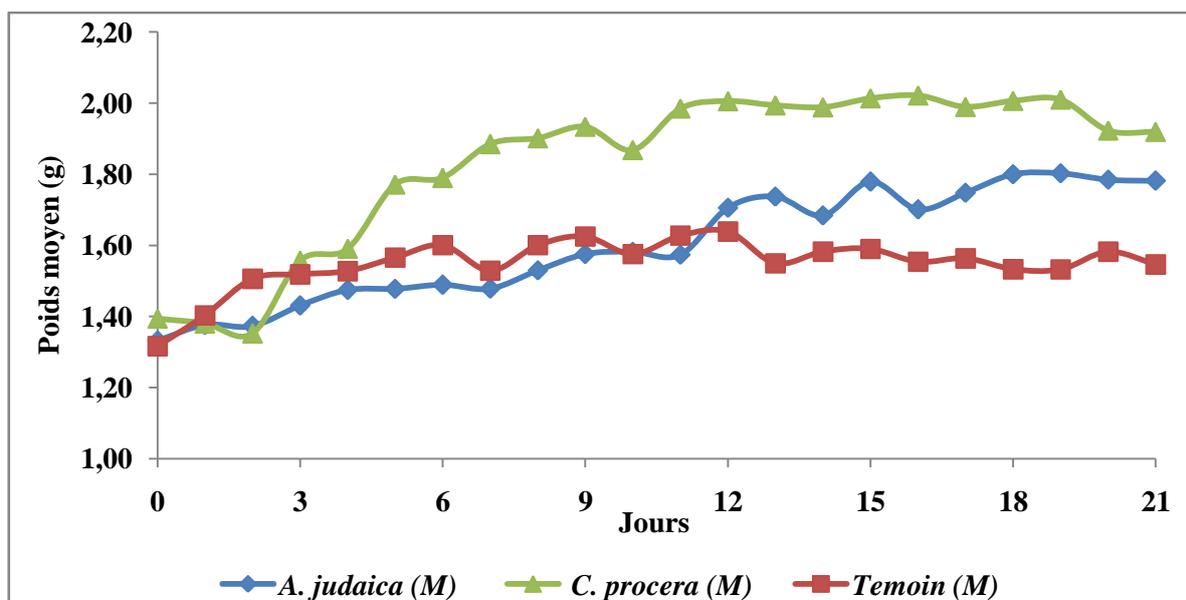


Fig.28 : Evolution pondérale des imagos mâles de *S. gregaria* traités par ingestion

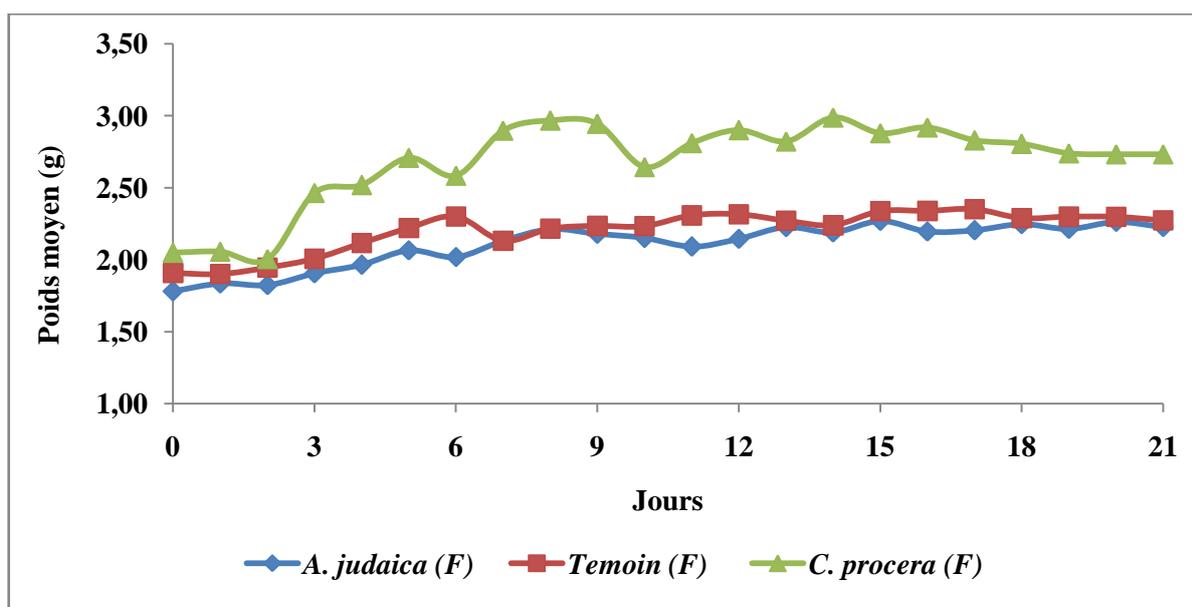


Fig.29 : Evolution pondérale des imagos femelles de *S. gregaria* traitées par ingestion

En effet plusieurs travaux ont montré que les extraits des plantes ont un effet par ingestion sur la croissance pondérale de *S. gregaria*. ABBASSI et al. (2003), affirment que l'extrait des feuilles de *Peganum harmala*, entraîne une baisse de poids des femelles du *S. gregaria*.

Plus tard ABBASSI et al. (2004), ont mis en évidence l'action négative de l'extrait alcaloïdique des feuilles de *C. procera* par ingestion sur les L5 et les adultes de *S. gregaria*

TAIL (1998), signale aussi une diminution progressive du poids des femelles et des adultes de *S. gregaria* traité par ingestion avec les extraits de *Melia azedarach*, de *Nerium oleander* et de *Inula viscosa*.

BENDOU (2001), constate une augmentation du poids des adultes de *Locusta migratoria* alimentés par des feuilles de blé pulvérisées d'extrait de polyphénols des feuilles d'olivier pendant les deux premiers jours qui suivent le traitement A partir du 3<sup>ème</sup> jour une diminution de poids est observée jusqu'à la mort de tous les individus traités.

Selon MOUSSA (2003), l'huile de neem réduit la croissance des larves L4 et L5 de *Locusta migratoria*.

BEZAZE (2011), a aussi mis en exergue une décroissance pondérale journalière chez les imagos de *Locusta migratoria* ayant ingéré des feuilles pulvérisées avec l'extrait de *Nerium oleander*.

Les mêmes constatations sont rapportées par OULD EL HADJ et al. (2006), concernant les larves L5 et les adultes de *S. gregaria* alimentés de chou aspergé d'extrait de *Azadirachta indica*, de *Melia azedarach* et de *Eucalyptus globulus*. Les trois biopesticides végétaux provoquent une diminution de poids chez les ravageurs.

## **2. Effet sur le gain du poids**

### **2.1. Traitement par contact**

Au vu des résultats obtenus (figure 30), il ressort que le gain de poids moyen observé chez les femelles de *S. gregaria* traitées à l'extrait de *C. procera* par contact est supérieur à celui enregistré chez les femelles témoins. Les femelles traitées avec l'extrait de l'armoise enregistrent un gain de poids très faible par rapport aux deux autres traitements. Concernant les imagos mâles, nous constatons une augmentation faible quel que soit le traitement administré.

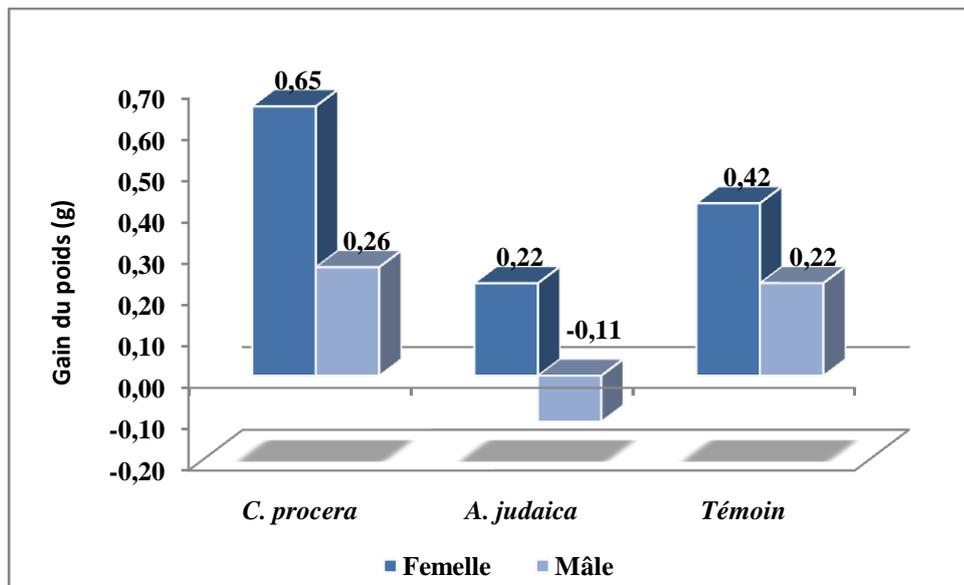


Fig. 30 : Gain de poids des imagos de *S. gregaria* traités par contact

## 2.2. Traitement par ingestion

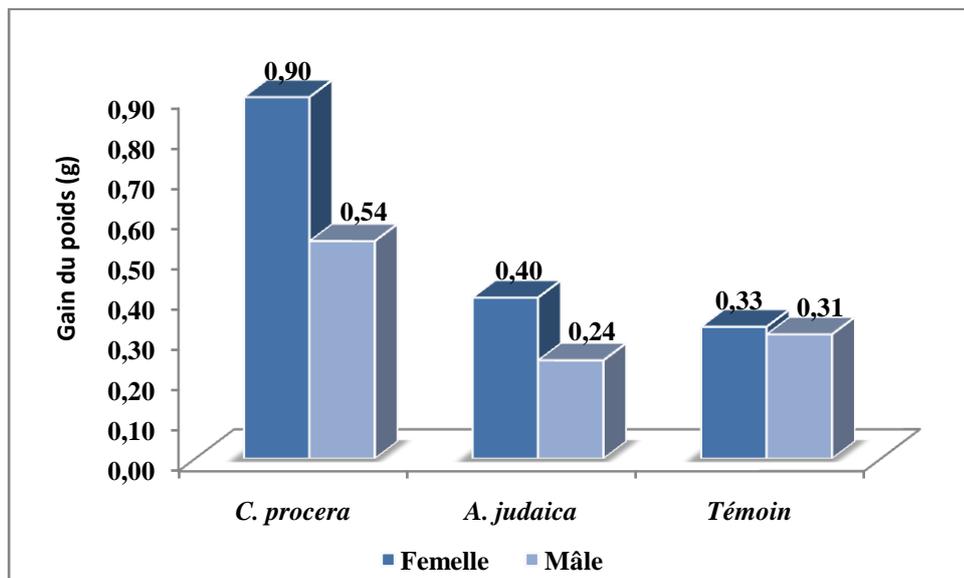


Fig. 31 : Gain de poids des imagos de *S. gregaria* traités par ingestion

Par ingestion nous remarquons que les insectes voient leur poids augmenter pour les trois bioessais fig. 31. Comme pour le test contact ce sont les femelles qui ont le gain de poids le plus élevé. Là aussi c'est le traitement avec *Calotropis* qui favorise l'augmentation du

poids des criquets. Concernant l'effet des extraits de plantes sur le gain de poids des individus traités les avis des auteurs divergent.

Selon KEMASSI et al. (2010), Les larves L5 et les adultes du criquet pèlerin mis en présence des feuilles de chou traitées à l'aide de l'extrait foliaire d'*Euphorbia guyoniana*, perdent 26,93% à 33,09% de leur poids initial.

D'après BEGUM et al. (2011) l'extrait éthanolique de *C. procera* a une activité anti-appétente conduisant à une perte de poids et une réduction de la taille des larves L3 de *Musca domestica*.

BOUZIANE (2012), affirme aussi une perte de poids des L5 et des adultes de *S. gregaria* alimentés de chou traité par l'extrait acétonique, l'extrait aqueux de *E. guyoniana* et celui de *P. harmala*. Par contre pour les larves alimentées par les mêmes extraits une amélioration progressive de poids se remarque.

BAGARI et al., (2013), ont mis en évidence une perte de poids chez les larves L4 de *S. gregaria* nourries par des feuilles de *Nerium oleander* et un gain de poids pour celles alimentées avec *Brassica oleracea*,

KEMASSI et al. (2012) ont démontré une augmentation de poids chez Les larves L5 de *S. gregaria* alimentées de feuilles de chou trempées dans l'extrait foliaire de *Cleome arabica*.

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

Selon BEZAZE (2011) l'extrait acétonique de *Nerium oleander* a provoqué une perte de poids progressive chez les imagos de *Locusta migratoria*, beaucoup plus apparente chez les mâles que chez les femelles.

ELSAYED et AL-OTAIBI (2006), ont affirmé que le gain de poids des adultes mâles et femelles de la sauterelle inféodé au *C. procera* *Poeciloceru bntonius* élevés sur *Calotropis*

*procera* a été significativement plus élevé que ceux élevés sur *Zygophyllum simplex* ou *Pulicaria crispa*.

### **3. Effet sur l'activité alimentaire**

#### **3.1. Effet sur la consommation journalière des imagos**

##### **3.1.1. Effet sur l'ingéra**

L'ingéra : est la quantité de matière sèche d'aliment ingéré par les imagos de *S. gregaria*.

##### **a. Traitement par contact**

A la lumière des résultats, il ressort que les insectes traités et non traités ont un poids d'ingéra initial de l'ordre de 0,18 et 0,20 g respectivement pour les insectes traités avec le pommier de Sodome, et pour les témoins et les insectes traités avec l'armoise. Nous remarquons que cette consommation fluctue au fil du temps atteignant des poids d'ingéra supérieurs ou inférieurs à la consommation initiale. Pour les imagos traités avec l'extrait de *A. judaica*, et l'extrait de *C. procera* la quantité d'ingéra connaît des fluctuations durant la période d'expérimentation pour atteindre au bout du 21<sup>ème</sup> jour un poids d'ingéra de 0,56g et 0,50 g respectivement avec l'extrait de *C. procera* et celui de *A. judaica*. Il est à noter que la consommation diminue au moment de la maturité sexuelle des insectes entraînant une baisse de l'ingéra. Le traitement des imagos par ces deux extraits infecte et perturbe l'alimentation.

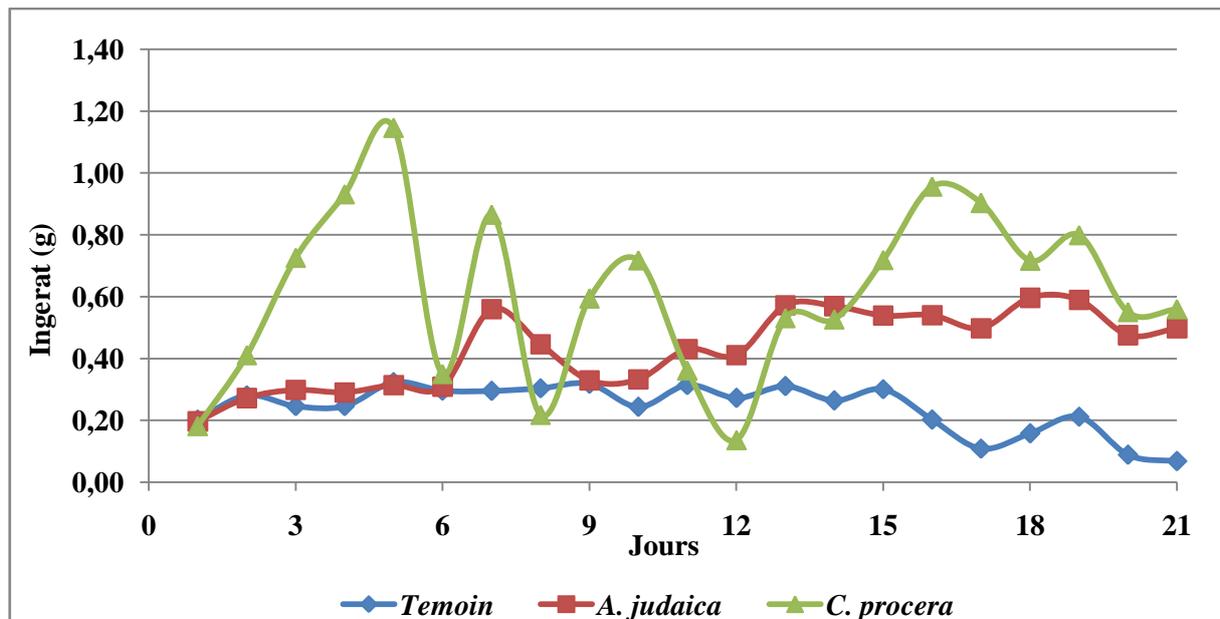


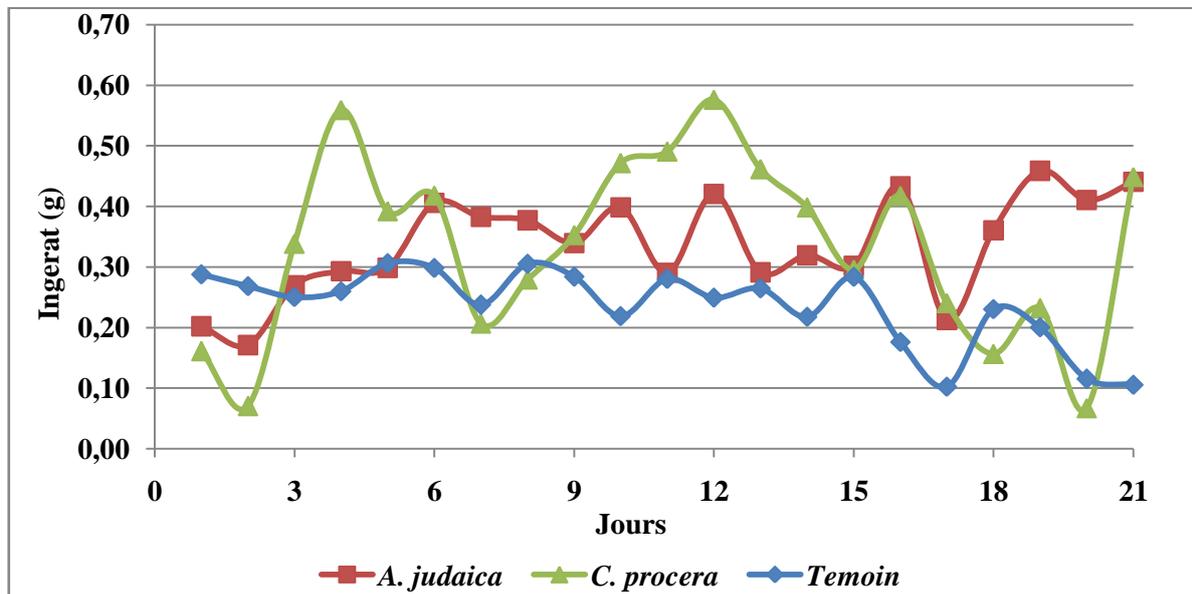
Fig. 32 : L'évolution pondérale des ingéras des imagos de *S. gregaria* traitées par contact

### b. Traitement par ingestion

De même que pour l'essai contact nous remarquons que la prise de nourriture des insectes diffère d'un jour à l'autre (figure 32). Au bout de 21 jour, le poids d'ingéra augmente passant de 0,16 g à 0,45g chez les traités par *C. procera* et de 0,20 à 0,44g chez les insectes traités par *A. judaica*. Les insectes témoins par contre affichent un poids d'ingéra nettement inférieur à la consommation initiale.

La figure 33, montre que la prise de nourriture par les imagos alimentés par le gazon traité à l'éthanol est importante par rapport aux imagos traités à l'extrait de *a. judaica*, et de l'extrait de *C. procera* avec des consommations initiales respectives de l'ordre de 0,29 g, 0,20 g et 0,16 g. Cette consommation est significativement réduite pour les imagos alimentés par du gazon traité aux extraits par rapport à celle des témoins. Cette consommation atteint au deuxième jour de traitement une valeur minimale de 0,07 g pour l'extrait de *C. procera*, de 0,17 g pour l'extrait d'*A. judaica* et de 0,27 g pour les témoins. Cette diminution de la prise de nourriture chez les traités par l'extrait de *C. procera* est dû à l'activité anti-appétente de cette plante. Donc on peut dire que *C. procera* est dotée d'un effet répulsif plus important que *A. judaica*. Au troisième jour le gazon traité est remplacé par du gazon non traité, ce qui entraîne une croissance rapide de l'ingéra chez les imagos. Par contre chez les imagos témoins, une prise de nourriture presque constante est observée avec une diminution de la prise de

nourriture au moment du passage au stade adulte. Donc nous pouvons déduire que les extraits testés par ingestion ont provoqué des perturbations de la prise de nourriture de l'insecte.



**Fig. 33 :** L'évolution pondérale des ingéras des imagos de *S. gregaria* traitées par ingestion. Nos résultats ne rejoignent pas ceux obtenus par d'autres auteurs.

ABBASSI et al. (2004), ont affirmé que l'extrait d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera* entraîne une baisse de la prise de nourriture chez les larves et les imagos de *Schistocerca gregaria*.

BEGUM et al. (2011), rejoignent l'auteur précité affirmant que l'extrait éthanolique de *C. procera* montre une activité anti-appétente chez les larves de *Musca domestica*.

Plus tard BAKAVATHIAPPAN et al. (2012), rapportent que L'extrait brut chloroformique de *Calotropis procera* avait une activité de dissuasion d'alimentation plus élevée chez *Spodoptera litura* que l'extrait hexanique, éthanolique, acétonique, méthanolique.

D'après OUTTAR (2009), le traitement par contact de l'extrait du henné provoque une diminution de nourriture des larves L5 comparativement aux témoins contrairement au traitement par ingestion qui n'a pas d'impact sur le poids d'ingéras des L5 de *L. migratoria*. Le même effet est obtenu par TAIL et al., (2011), concernant l'*Eucalyptus globulus* sur le criquet

pèlerin, par OULD AHMADOU et al. (2001), sur *S. gregaria* traitée avec *Glinus lotoides*; par ABBASSI et al., (2003) concernant *S. gregaria* et par MOUSSA (2003), sur *Locustamigratoria* traitée par ingestion à l'huile essentielle de neem.

### 3.1.2. Effet sur L'egesta

L'egesta : est la quantité des fèces rejetées par les imagos de *S. gregaria*

#### a. Traitement par contact

La figure 34 met en exergue les variations de la quantité moyenne d'egesta d'un imago à un autre suite au traitement subi. Les poids initiaux des fèces au 1<sup>er</sup> jour de traitement sont de 0,02 g pour *A. judaica*, 0,05 g pour *C. procera* et 0,08 g pour le témoin. Concernant le témoin, ce poids a connu une certaine stabilité durant la période d'expérimentation pour atteindre une quantité très faible de 0,03 g au 21<sup>ème</sup> jour. Pour les insectes traités avec *C. procera*, le poids a connu un pic avec 0,42 g au 5<sup>ème</sup> jour. Ce poids diminue puis progresse légèrement pour atteindre 0,28 g au 15<sup>ème</sup> jour, ensuite chute à 0,11g le 21<sup>ème</sup> jour pour cause de la maturité sexuelle. Enfin les criquets ayant subi le traitement avec l'extrait de *A. judaica*, voient leur poids d'egesta progresser jusqu'au 16<sup>ème</sup> jour au-delà duquel est enregistré une chute de poids, à cause de la maturité sexuelle. Cette baisse de l'egesta s'explique vraisemblablement par la baisse de la quantité d'ingéra.

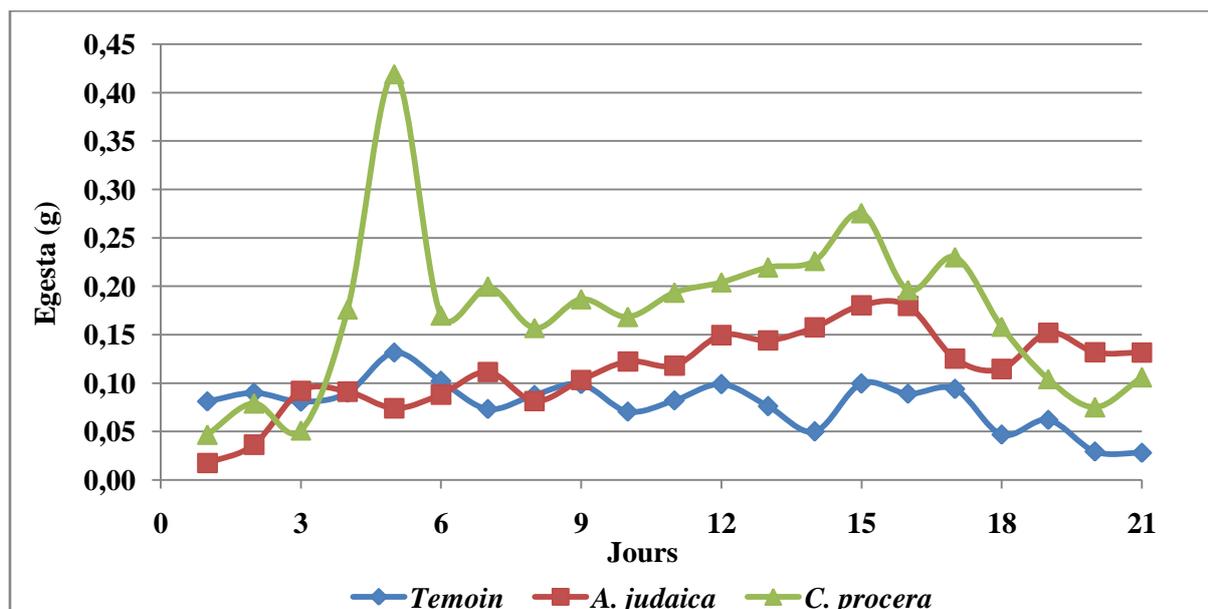


Fig. 34 :L'évolution pondérale des egesta des imagos de *S. gregaria* traitées par contact

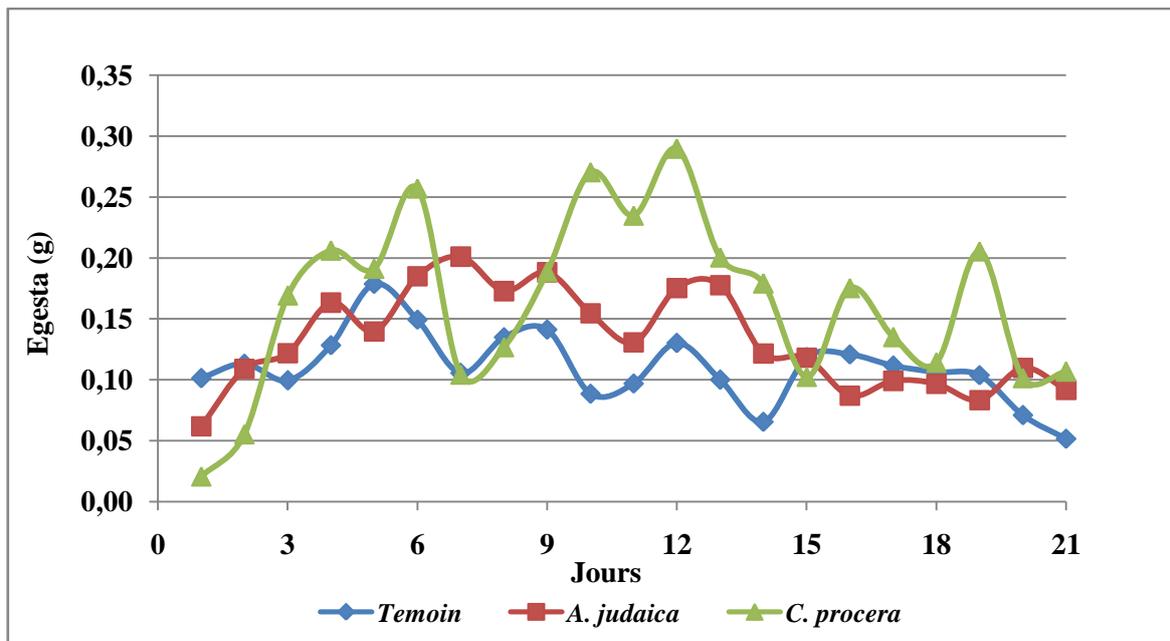
### b. Traitement par ingestion

A la lumière des résultats nous remarquons que le poids sec des fèces des insectes traités est plus faible que celui des témoins, il est de l'ordre de 0,02 g, 0,06 g et 0,10 g respectivement pour les imagos traités par l'extrait de *C. procera*, de l'extrait de *A. judaica* et du témoin un jour après traitement. À partir de ce jour, nous remarquons une augmentation rapide du poids sec des fèces chez les traités ce qui confirme la forte prise de nourriture suite au remplacement de l'aliment traité par l'aliment non traité.

Nous remarquons par ailleurs que quelque soit le cas de figure nous enregistrons des fluctuations de poids d'egesta au cours de l'expérimentation. Au 21<sup>ème</sup> jour les quantités d'egesta enregistrées sont 0,11 g, 0,09 g et 0,05 g respectivement pour les imagos traités aux extraits de *C. procera*, de *A. judaica* et du témoin. (La figure 35)

De nombreux auteurs ont abouti aux mêmes résultats. Ainsi OUTTAR (2009), a constaté qu'il n'y pas une différence significative entre le poids sec des fèces des larves L5 de *Locusta migratoria* traités au henné comparativement aux larves témoins pour les deux modes de traitement (contact ou ingestion).

BELHADI (2005), a noté que le poids moyen des excréments des imagos de *S. gregaria* nourri de feuilles de *N. oleander* est très faible durant toute la vie imaginale. En revanche, les imagos nourri de feuilles de *B. oleracea* (témoins) et ceux alimentés de feuilles de *Lonicera japonica* enregistrent un poids d'egesta qui progresse durant la période d'accumulation de réserves puis chute brusquement une fois la maturité sexuelle atteinte au 14<sup>ème</sup> jour après émergence. Durant cette période, l'insecte se nourrit peu.



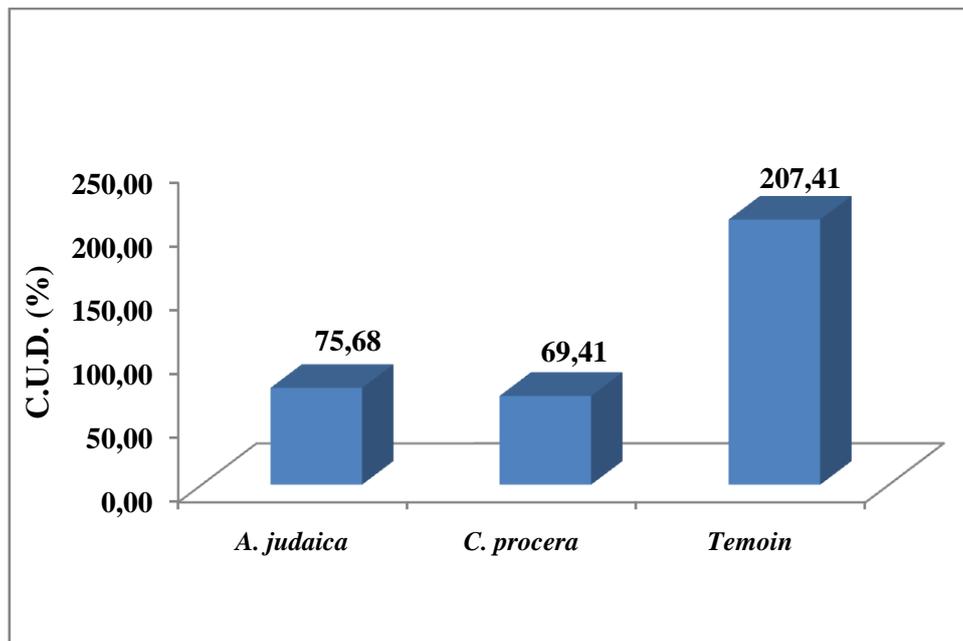
**Fig. 35 :** L'évolution pondérale des egesta des imagos de *S. gregaria* traitées par ingestion

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

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

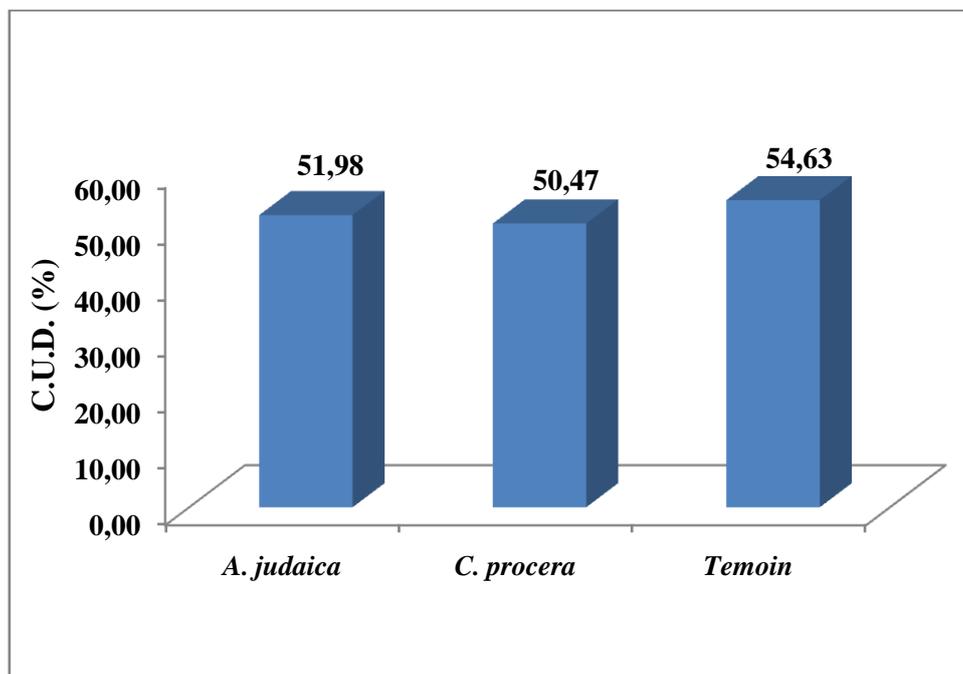
Le coefficient d'utilisation digestif représente les résultats d'interaction entre le tube digestif et la composition de la plante consommée (LE GALL, 1989).

La figure n° 36 montre que le coefficient d'utilisation digestive est plus élevé chez les témoins de *S. gregaria* traités par contact atteignant un pourcentage de 207,41%. Les imagos traités à l'extrait de *A. judaica* enregistrent un C.U.D. de l'ordre de 75,68%, enfin les imagos traités à l'extrait de *C. procera* possèdent le plus faible C.U.D. (69,41%).



**Fig. 36 :** Coefficient d'utilisation digestif des imagos de *S. gregaria* traitées par contact

Concernant les criquets ayant subi le traitement par ingestion, Le C.U.D. Obtenu varie peu d'un groupe d'insecte à un autre (figure n°37). Le taux de C.U.D. se trouve un peu élevé chez les insectes témoins avec 54,63% contre 51,98% et 50,47% chez les traités par *A. judaica* et par *C. procera*. Nous déduisons donc que les extraits végétaux testés ne présentent pas d'effet sur la digestion chez *S. gregaria*.



**Fig. 37 :** Coefficient d'utilisation digestif des imagos de *S. gregaria* traitées par ingestion

La mise en évidence entre assimilation digestive et aliment a fait l'objet de nombreux travaux. ACHEUK (2000), a noté chez les adultes de *L. migratoria*, alimentés par *Pennisetum purpureum* des valeurs élevées de C.U.D. révélant une bonne assimilation de cette graminée par l'insecte.

D'après ABDEL RAHMAN (2001), La digestibilité chez les sauterelles *Chrotogonus lugubris* était significativement plus élevée sur les groupes nourris de fève et de trèfle que ceux nourris par du blé et du coton.

BAGARI et al. (2013), ont aussi enregistré un C.U.D. de 30.20 % chez les larves ayant consommé les feuilles de *Nerium oleander*. En revanche celles élevées sur *Brassica oleracea* affichent un C.U.D. de 40%.

OULD AHMEDOU et al. (2001), affirment aussi que *Glinus lotoides*, bien que faiblement consommé, n'a pas été métabolisé par les larves L4 du criquet pèlerin. Cela s'explique par un coefficient d'utilisation digestive significativement faible ( $40.13 \pm 13.10\%$ ) comparé à celui obtenu avec *Citrillus colocynthis* ( $67.21 \pm 6.28\%$ ) et à celui obtenu avec le blé ( $84.74 \pm 2.93\%$ ). L'assimilation digestive de *G. lotoides* est insignifiante entraînant une perte sensible du poids des larves. Ces résultats confirment le comportement de refus qu'a le criquet pèlerin vis à vis de *G. lotoides* dans les conditions naturelles qui est vraisemblablement dû à la présence de substances secondaires répulsives et/ou toxiques.

L'étude réalisée par AL-OTAIBI et ELSAYED (2008) sur les femelles de *Poeciloceris bntonius*, élevée sur *C. procera* et sur blé, a révélé un C.U.D. significativement plus élevé chez les individus nourries de *C. procera* et considérablement réduit chez ceux nourris de blé.

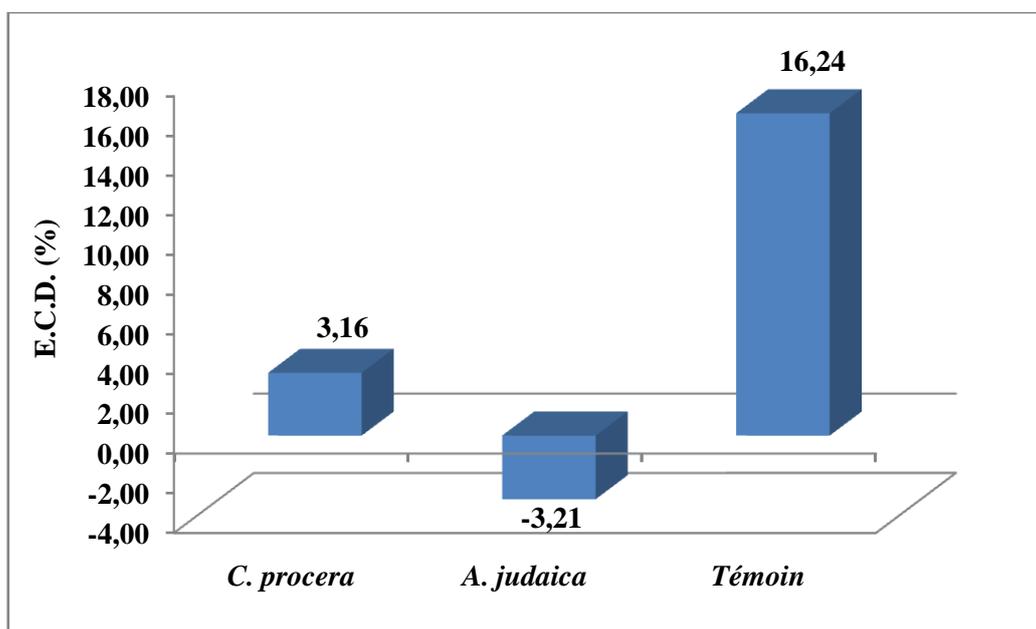
MONG-NGOC, (2010), a noté que les larves de la tordeuse des bourgeons de l'épinette TBE *Choristoneura fumiferana* mâles et femelles, élevés, sur les diètes de bonne et mauvaise qualité ont une efficacité d'assimilation équivalente.

LOUIS, (2004), explique que chez les insectes phytophages, la présence des composés d'origine et de nature diverses engendre la diminution de la digestibilité des parties végétales consommées et peuvent conduire à un dérèglement du métabolisme de l'organisme, pouvant entraîner un retard de croissance, de développement voir la mort des individus. L'huile essentielle de *Artemisia judaica* peuvent affecter les insectes de plusieurs façons : ils peuvent perturber les principales voies métaboliques et entraîner la mort rapidement (ABDEL HADY, 2012).

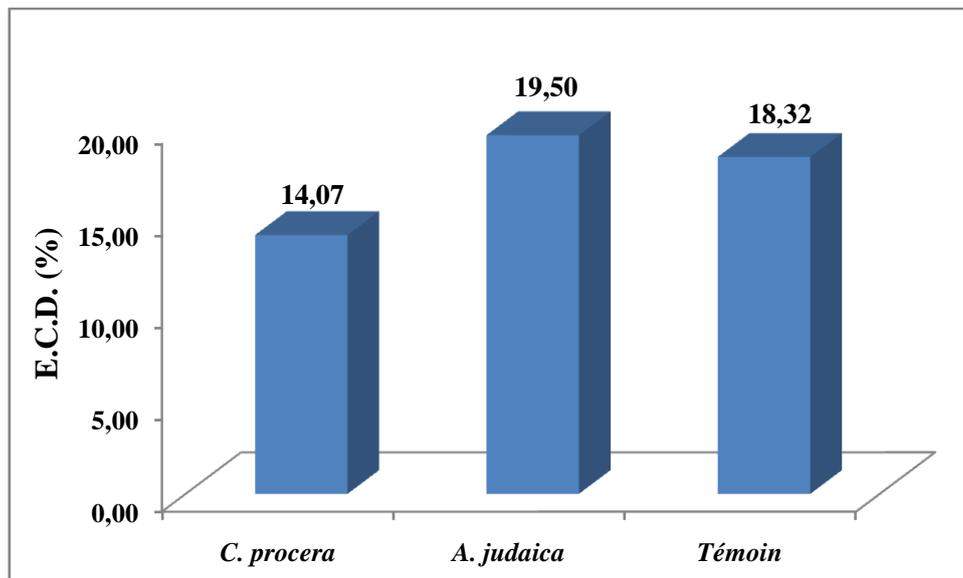
#### 4.2. Efficacité de conversion de la nourriture digérée (E.C.D. %)

Les résultats consignés dans la figure 38, révèlent que le taux d'efficacité de conversion de la nourriture digérée enregistré chez les imagos témoins est le plus élevé avec 16,24%, contre 3,16% chez ceux traités à l'extrait de *C. procera*. Les imagos traités à l'extrait de *A. judaica* affichent un taux d'efficacité de conversion négatif égal à -3,21%.

Concernant le traitement par ingestion, les E.C.D. obtenus sont plus élevés quelque soit le traitement effectué (Figure 39). Ils atteignent 19,50% et 14,07% chez les traités et 18,32 % chez le témoin.



**Fig. 38:** Efficacité de conversion de la nourriture digérée par les imagos de *S. gregaria* traitées par contact



**Fig. 39:** Efficacité de conversion de la nourriture digérée par les imagos de *S. gregaria* traitées par ingestion

La digestibilité des aliments par les ravageurs a été mise en exergue par plusieurs travaux. MONG-NGOC, (2010), a trouvé que les taux d'efficacité de conversion en biomasse de la nourriture ingérée et digérée étaient semblables pour les larves de la tordeuse des bourgeons de l'épinette *Choristoneura fumiferana* soumises à une diète de bonne et mauvaise qualité. La nourriture ingérée et digérée n'est pas convertie nécessairement en biomasse. Une fois la nourriture convertie en énergie, cette dernière permet une augmentation de la biomasse et permet la respiration de l'organisme d'une part et l'élimination des toxines élaborées par les plantes. (LINDROTH 1993 in MONG-NGOC, 2010). Ainsi, NICOLE (2002) in MONG-NGOC (2010) rapporte que seulement 2 à 38% de la matière végétale consommée par un insecte est efficacement transformée.

L'étude menée par ACHEUK (2000) sur la digestibilité de *Pennisetum purpureum* *Sorghum vulgare* chez les imagos de *L. migratoria* a montré que le E.C.D. le plus élevé est obtenu avec *Pennisetum purpureum*. Cet auteur explique que la conversion des nutriments issus de la digestion en métabolites physiologiques utilisables favorise la croissance de l'espèce. Selon OULD AHMEDOU et al., (2001) l'efficacité de conversion est nulle chez les larves nourries sur *Glinus lotoides* comparée à celle obtenue sur *Citrillus colocynthis* (6.30%) et celle déterminée sur blé (36.30%). L'assimilation de *Glinus lotoides* réduite s'est traduite par une perte sensible de poids des larves.

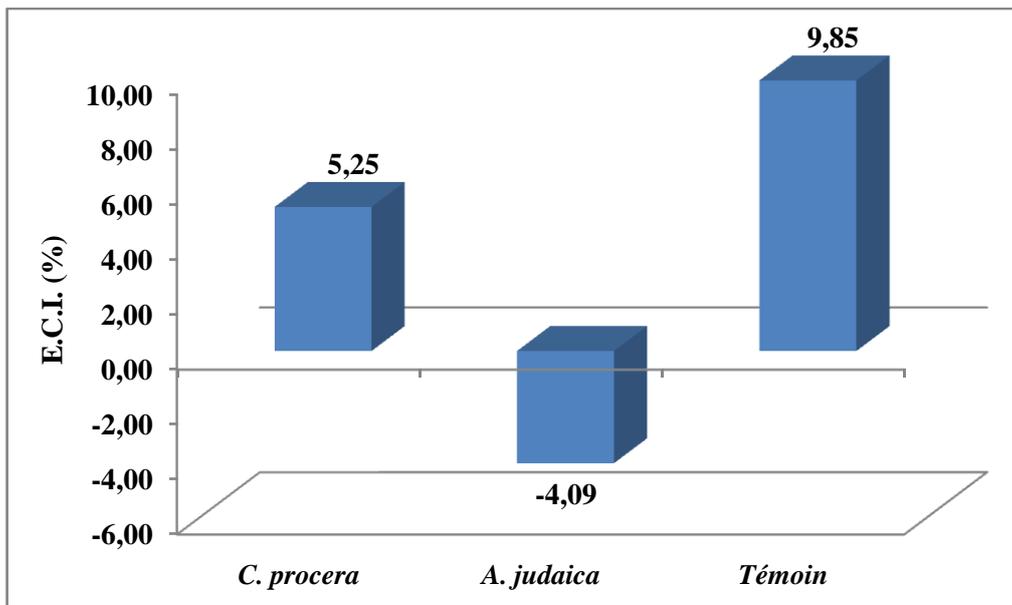
Plus tard BAGARI et *al.*, (2013) ont démontré que *Nerium oleander* a été non seulement à peine consommée, par les larves L4 de *S. gregaria* mais aussi qu'il n'y avait pas de conversion de cette quantité ingérée en substances organiques. Par contre chez les larves nourries avec *Brassica oleracea*, la digestibilité de la plante est plus élevée et l'assimilation des aliments en substances corporelles était relativement élevée. Enfin AL-OTAIBI et ELSAYED (2008) rapportent que l'efficacité de la conversion de la nourriture digérée (E.C.D.) du semis de blé, est très réduite par rapport à celle de *C. procera* chez *Poeciloceris bntoni*.

#### 4.3. Efficacité de conversion de la nourriture ingérée (E.C.I. %)

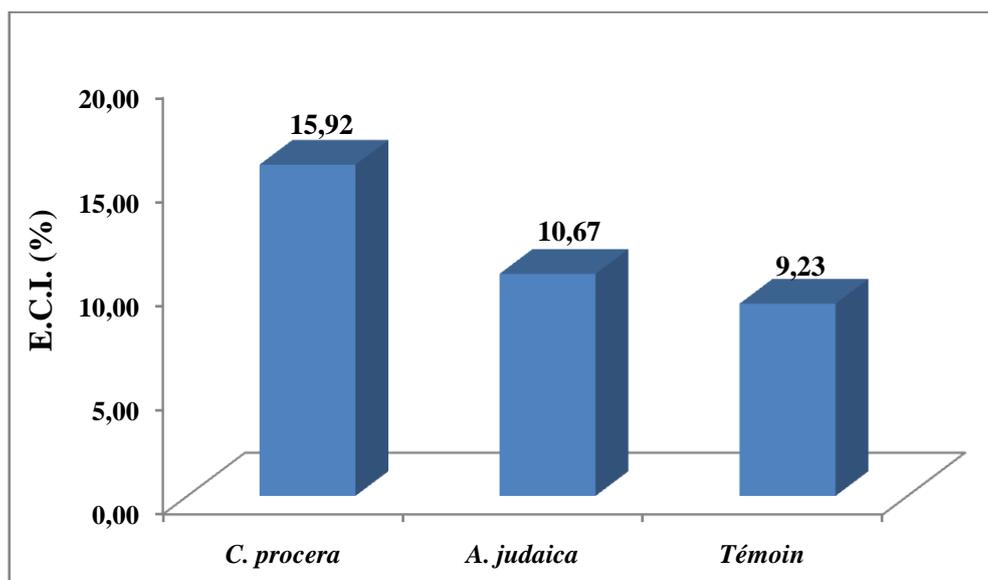
La qualité d'une source alimentaire, est convertible en nutriments utilisables dans le développement, le maintien de l'organisme et la reproduction. La quantité d'énergie et des substances utiles extraites de la plante consommée, dépendent des caractéristiques de la plante et de la capacité du système digestif du phytophage (LOUIS, 2004)

Les résultats présentés dans la figure 40, montrent que la nourriture ingérée n'est pas convertie nécessairement en biomasse. Les imagos de *S. gregaria* traités par contact avec l'éthanol présentent le taux d'efficacité de conversion de la nourriture ingérée le plus élevée avec un E.C.I. égale à 9,85%, suivi par les criquets traités à l'extrait de *C. procera* avec un E.C.I. de l'ordre de 5,25%. Les imagos traités à l'extrait d'*A. judaica* affichent un taux négatif de l'ordre de -4,09%.

Par contre suite au traitement par ingestion les imagos de *S. gregaria* nourris de gazon traité à l'extrait de *C. procera* montrent une efficacité de conversion de la nourriture ingérée en biomasse plus élevée (15,92%) par rapport à ceux traités à l'extrait de *A. judaica* et à l'éthanol (fig. 41).



**Fig. 40 :** Efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les imagos de *S. gregaria* traitées par contact



**Fig. 41 :** Efficacité de conversion de la nourriture ingérée par les imagos de *S. gregaria* traitées par ingestion

L'impact des traitements par les biopesticides sur l'alimentation et le gain de poids des ravageurs est affirmé par OUTTAR (2009), qui signale un E.C.I. plus élevé (51,53%) chez les larves L5 du criquet migrateur traités au henné que chez les témoins (E.C.I.= 21,91%).

Par ingestion l'E.C.I. des larves ayant consommé le gazon pulvérisé au henné est de 38,89%, contre 34,96% chez les larves témoins.

AL-OTAIBI et ELSAYED (2008) rapportent aussi une efficacité de conversion de la nourriture ingérée très réduite pour le semis de blé par rapport à *C. procera* chez les femelles L3 de la sauterelle tropicale *Poeciloceru bntonius*.

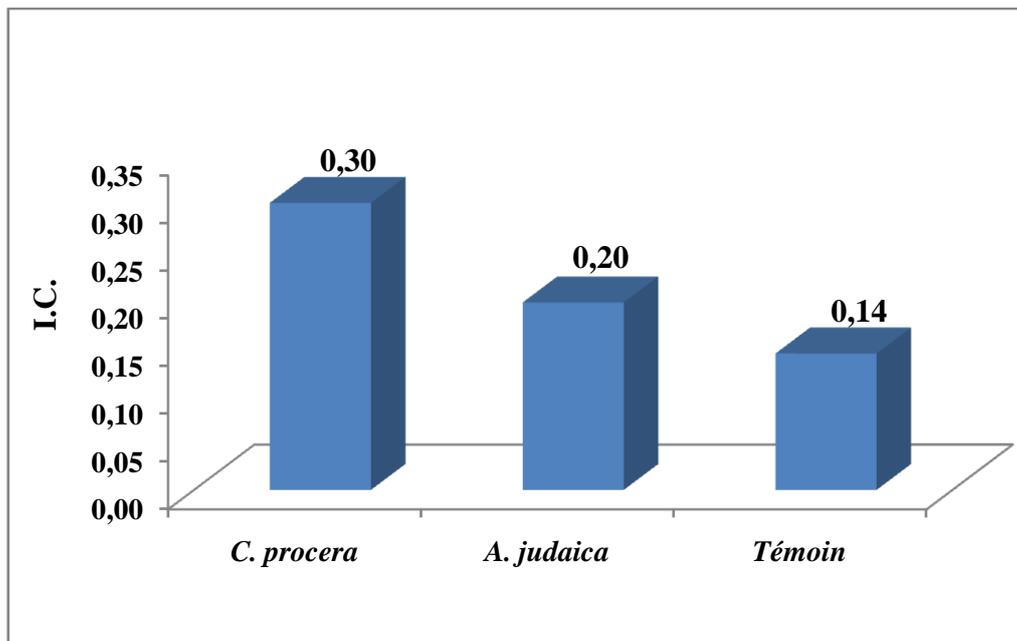
Par contre ABDEL RAHMAN (2001) relève des valeurs d'E.C.I. semblables chez les femelles accouplées ou vierges de *Chrotogonus lugubris*, nourries de trèfle, de blé ou de fève. Cependant élevées sur du coton ces femelles affichent des E.C.I. différents.

En effet MORDUE & HILL (1970) cité par ACHEUK (2000), indiquent que le taux des deux indices E.C.I et E.C.D sont influencés par l'importance de la quantité d'énergie consommée pour assurer les fonctions physiologiques et l'activité générale de l'insecte car au fur et à mesure que la production de l'énergie est grande les taux de ces indices diminuent.

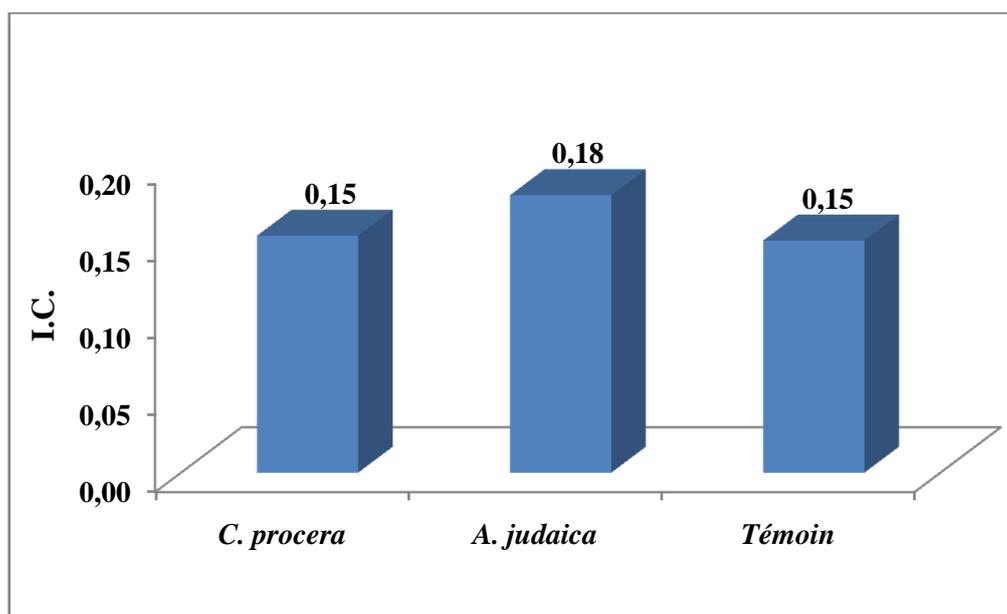
#### 4.4. Indice de consommation

L'indice de consommation est un critère utilisé pour mesurer l'efficacité de la conversion d'un aliment (le croît pondéral généralement) par un animal. Notre étude vise à mesurer l'effet des extraits végétaux sur cet indice afin d'évaluer l'effet positif ou négatif des plantes expérimentées. D'après la figure 42, nous constatons que le plus fort indice de consommation est obtenu chez les imagos de *S. gregaria* traités par contact à l'extrait de *C. procera* avec un IC de 0,30, suivi par ceux traités à l'extrait de *A. judaica* avec un IC de 0,20. Le plus faible indice est enregistré chez les témoins avec 0,14. Nous pouvons donc conclure que le test par contact n'influe pas sur l'alimentation du criquet.

Le même phénomène est enregistré pour l'essai ingestion qui indique un indice de consommation supérieur ou égale au témoin (figure 43). Les résultats obtenus peuvent être expliqués par le fait que les insectes n'ayant pas consommé d'aliment les deux premiers jours du traitement voient leur alimentation augmentée durant toute la période d'expérimentation.



**Fig. 42:** Indice de consommation des imagos de *S. gregaria* traitées par contact



**Fig. 43:** Indice de consommation des imagos de *S. gregaria* traitées par ingestion

Contrairement à nos résultatsACHEUK (2000), a obtenu l'indice de consommation le plus faible (0,16) avec *Pennisetum purpureum* chez les imagos de *Locusta migratoria* et OUTTAR (2009)avec le hennéchez les larves L5 de la même espèce traitées par contact.

Concernant l'essai par ingestion AL-OTAIBI et ELSAYED (2008)ont enregistré un taux de consommation élevé chez les femelles L3 de la sauterelle de *C. procera*,*Poecilocer*

*bmtonus* nourries par *C. procera* que chez celles nourries par le semis de blé. L'alimentation sur *C. procera* indique que la performance de l'insecte expérimenté n'est pas affectée par les cardénolides présents dans *C. procera*.

ABDEL RAHMAN (2001), a enregistré un I.C. chez les couples de la sauterelle *Chrotogonus lugubris* nourris par la fève pourrait ceci s'explique probablement par l'insuffisance nutritionnelle de la fève. L'insecte est forcé de consommer plus de nourriture à pour compenser le manque de nutriments de cette plante. Chez les femelles vierges, les différentes valeurs de l'I.C. ne sont pas significatives. Par contre chez les mâles vierges, la consommation du blé et de la fève est minime par rapport au trèfle et au coton dotés de valeur nutritive moindre.

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

Les résultats de l'indice de croissance des imagos sont présentés par les figures 44 et 45.

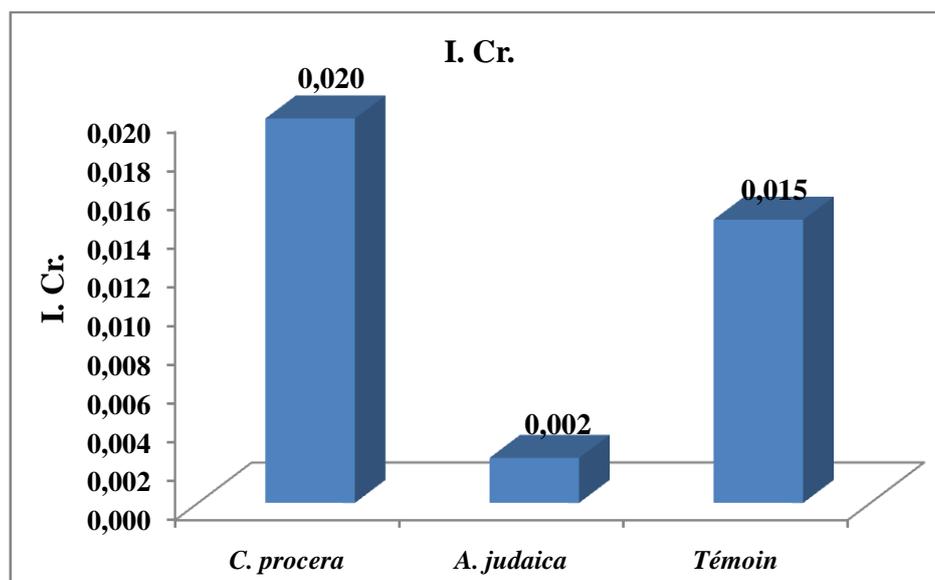
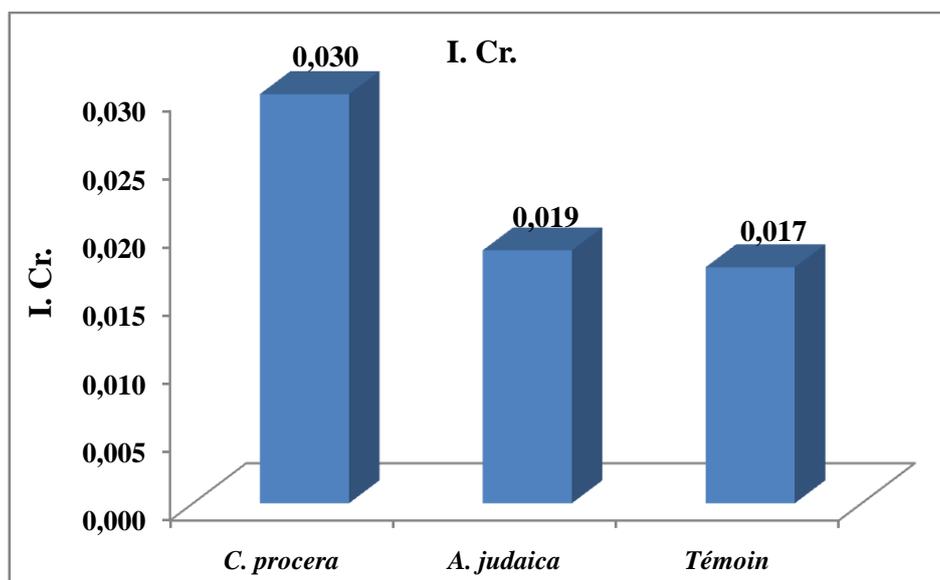


Fig. 44 : Indice de croissance des imagos de *S. gregaria* traités par contact



**Fig. 45 :** Indice de croissance des imagos de *S. gregaria* traités par ingestion

L'indice de croissance des imagos de *S. gregaria* traités par contact sont de l'ordre de 0,020 chez les traités par *C. procera*, de l'ordre 0,015 chez les témoins et de l'ordre de 0,002 chez ceux traités par *A. judaica*.

Chez les imagos de *S. gregaria* traités par ingestion, nous remarquons que les imagos traités par *C. procera* possèdent l'indice de croissance le plus élevé 0,030, alors que les insectes traités par *A. judaica* et les témoins enregistrent des indices presque semblables de l'ordre de 0,019 et 0,017.

Nos résultats vont dans le même sens que ceux obtenu par AL-OTAIBI et ELSAYED (2008), d'après cet auteur le taux de croissance des larves L3 femelles de la sauterelle tropicale *Poeciloceris bntonius* nourries de *C. procera* est plus élevés que chez ceux nourris de semis de blé. OUTTAR (2009)rapporte aussi que l'indice de croissance obtenu chez les larves L5 *L. migratoria* traités au henné par contact est plus élevé que celle des témoins.

Par contreACHEUK et DOUMANDJI, (2013), rapportent que Les alcaloïdes de *Pergularia tomentosa* affectent de manière significative la croissance des L5 de *L. migratoria*.

A leur tourWILPS et al. (1992), signalent que les substances actives végétales contenues dans les extraits de *Melia volkensii* ralentissent la croissance des larves et le développement de *S. gregaria*. Selon RAO et SUBRAMANYAN (1986), L'Azadirachtine réduit significativement la croissance et l'utilisation des aliments chez *S. gregaria*.

Enfin MONG-NGOC, (2010) (Crawley 1983), signale que le taux de croissance de l'insecte est plus ou moins indépendant des plantes et leur contenu azoté.

## 5. Effet sur la reproduction

### 5.1. Effet sur le nombre d'oothèques émis par femelle

Les résultats consignés dans la figure 46 montrent que le nombre moyen d'oothèque déposée par femelle traitée à l'extrait de *A. judaica* par contact est de 1,5. Par contre chez le témoin et les femelles traitées par *C. proscara* nous n'enregistrons qu'une seule oothèque par femelle.

Par ingestion aucune oothèque n'est émise par les femelles traitées avec l'armoise (figure 47). Les femelles témoins produisent une moyenne de deux oothèques par femelle. Enfin chez les criquets traités par l'extrait de *C. proscara* nous n'avons enregistré qu'une oothèque par femelle. Nous pouvons donc déduire que le traitement par contact n'a pas un impact important sur la production des oothèques chez les femelles traitées.

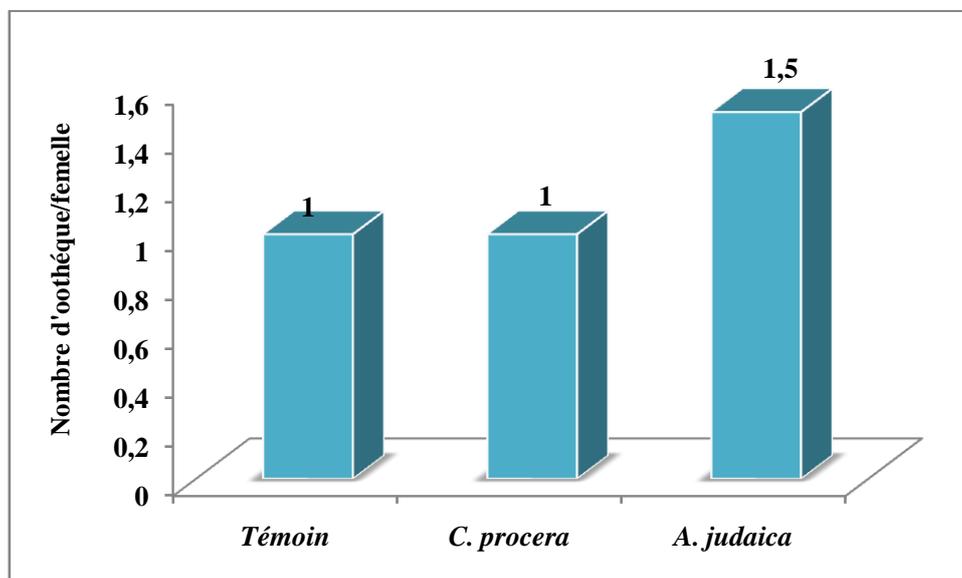


Fig. 46 : Nombre d'oothèques par femelle de *S. gregaria* traitées par contact

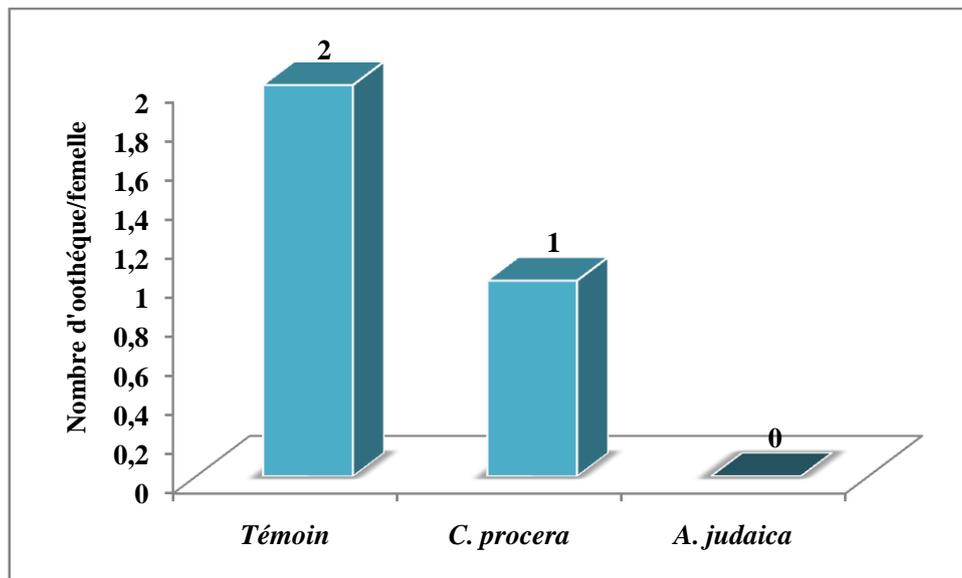


Fig. 47 : Nombre d'oothèques par femelle de *S. gregaria* traitées par ingestion

## 5.2. Effet sur le nombre d'œufs par oothèque

Les résultats obtenus concernant l'essai contact (Figure 48) met en exergue un effet favorable des extraits sur le potentiel reproducteur du criquet pèlerin puisque le nombre d'œufs déposés par oothèque dépasse largement le témoin. Nous remarquons que le nombre d'œufs déposés par oothèque est enregistré avec le traitement par *C. procera* (73,67œufs). Les femelles ayant subi le traitement par l'armoise affichent une fécondité d'environ 49 œufs.

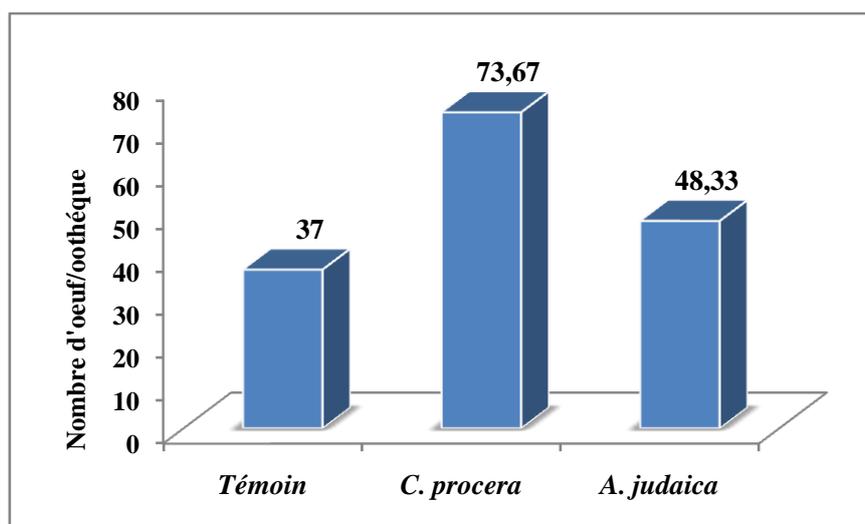
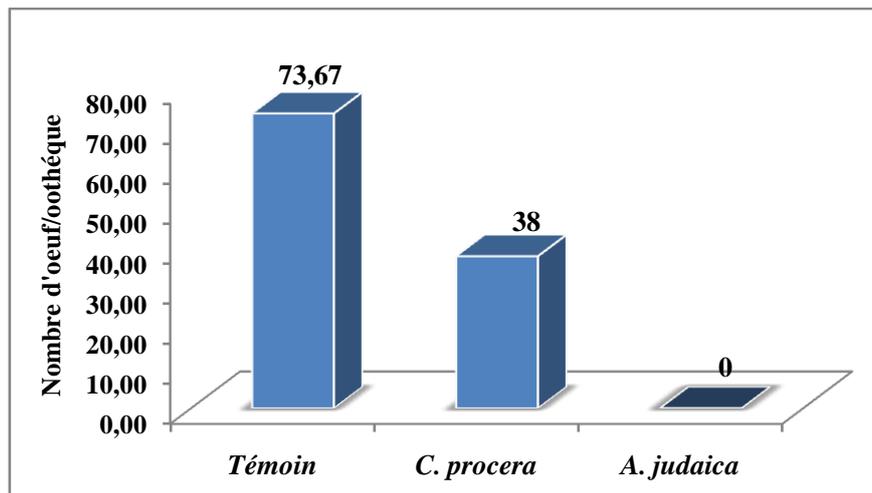


Fig. 48 : Nombre d'œufs par oothèque des femelles traitées effet par contact avec les extraits



**Fig. 49 :** Nombre d'œufs par oothèque des femelles traitées effet par ingestion avec les extraits

Contrairement à l'essai par contact, nous constatons que par ingestion les deux plantes exercent une action inhibitrice sur le potentiel biotique du ravageur. En effet le nombre d'œufs recensés est égal à 38 chez les femelles traitées par le pommier de Sodome et nul chez celles traitées par l'armoise. Cette diminution de la ponte s'explique probablement par une perturbation de l'ovogenèse de l'insecte.

### 5.3.Effet sur la fertilité

L'effet biocide des deux plantes se répercute aussi sur la fertilité de l'insecte. Les traitements par *C. procera* ont réduit le nombre d'œufs éclos comparativement à la série témoin que ce soit par contact ou par ingestion (fig. 50 et 51). Cependant le traitement réalisé avec l'armoise a entraîné une augmentation du pourcentage d'éclosion des œufs avec l'essai contact et une inhibition totale avec le test ingestion.

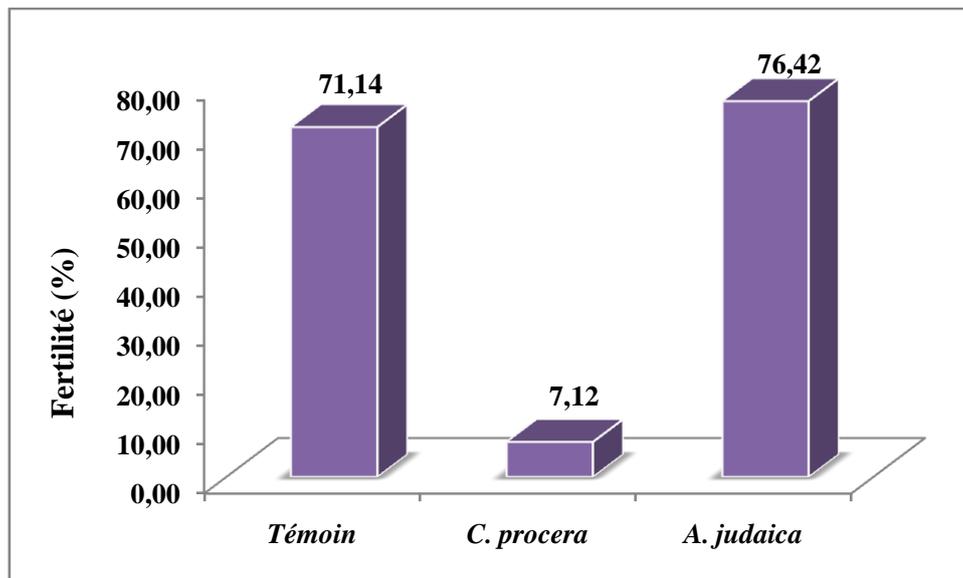


Fig. 50 : Nombre d'œufs éclos des femelles traitées par contact

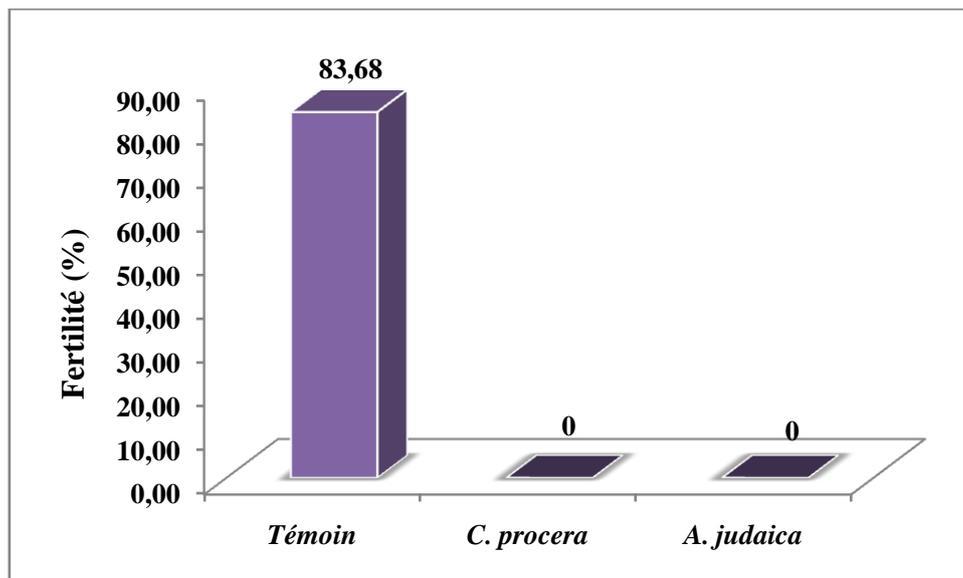


Fig. 51 : Nombre d'œufs éclos des femelles traitées par ingestion

L'inhibition du potentiel reproducteur chez les insectes traités par des extraits végétaux est relatée par une abondante littérature. Une baisse de la fécondité a été observée chez *C. maculatus* et *Zabrotis subfasciatus* après traitement par le latex de *Calotropis procera* (RAMOS et al., 2011), chez *L. migratoria* après traitement par le henné (OUTTAR 2009), chez *S. gregaria* traitée avec *Peganum harmala* ABBASSI et al., (2003), et

chez *Lepidosaphes beckii* suite au traitement par *Calamintha nepeta*, *Melia azedarach* et *Peganum harmala* BENSAID, (2011).

Selon ABBASSI et al. (2004), les alcaloïdes de *Calotropis procerea* seraient à l'origine du blocage du développement ovarien et de la vitellogenèse chez les femelles et l'absence de la maturité sexuelle chez les mâles. En effet les extraits de *C. procerea* sont connus pour leur effet abortif et anti-sperme chez les mammifères (QURESHI et al., 1991). Selon SALUNKE et al., (2005), les flavonoïdes extraits de *Calotropis procera* ont une action ovocide sur les œufs de *Callosobruchus chinensis* à la dose de 10 mg/ml.

MOUSSA (2003), a montré que le traitement par contact ou par ingestion par l'huile de Neem diminue significativement le nombre d'oothèques par femelle, le nombre d'œufs par femelle et même le nombre d'œufs par oothèque chez *L. migratoria migratoria* et *L. migratoria migratorioides*.

BELHADI (2005), signale aussi que les femelles de *S. gregaria* nourries avec les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et *Nerium oleander* n'ont émis aucune ponte et ont maintenu leur coloration rose signifiant leur immaturité sexuelle jusqu'à leur mort.

BENZARA et al., (2013), ont démontré que l'extrait aqueux des graines de *P. harmala* entraîne non seulement une baisse du nombre de ponte mais aussi une baisse de la fécondité.

D'après ELSAYED et AL-OTAIBI (2006), la fécondité et la fertilité des femelles de *Poeciloceris bntoni* nourries avec *C. procera* étaient significativement plus élevées par rapport à ceux élevés sur *Zygophyllum simplex* et *Pulicaria crispa*.

L'ingestion de la plante entière de *P. harmala* entraîne chez le criquet pèlerin un blocage du développement ovarien chez les femelles issues de larves du cinquième stade (IDRISSI et al., 1998).

L'huile essentielle de *A. judaica* présente une toxicité contre *C. maculatus* dans tous les tests (fumigation, répulsion, le film de surface, l'éclosion des œufs et d'émergence des adultes) (ABD-ELHADY, 2012).



*Conclusion  
générale*

## Conclusion générale

L'objectif de cette étude est de valoriser l'action biocide des extraits ethanoliqes de *Calotropis procera* et de *Artemisia judaica* selon deux modes de traitement vis-à-vis des imagos de *S.gregaria*. Cette étude nous permettra de déterminer l'impact de ces extraits sur l'évolution pondérale, le gain de poids, le développement et l'activité alimentaire des insectes ainsi que leur action sur la reproduction.

Les résultats obtenus pour cette investigation ont montré que les deux extraits ethanoliqes testés sur les imagos de *S. gregaria* déterminent une toxicité par contact et ingestion à l'égard de ce ravageur. En effet les taux de mortalités corrigées enregistrées par contact varient de 44,44 à 72, 22% pour l'extrait de pommier de Sodome, et de 38,88 à 83,33% pour l'extrait de l'armoise. Concernant les mortalités corrigées induites par le test ingestion, elles varient de 63,64 à 90,91% pour *C. procera*, et de 36,36 à 77, 27% pour *A. judaica*.

Les DL50 obtenues par contact sont de l'ordre de 0,057 g/ml pour *C. procera*, et de 0,078 g/ml pour l'extrait de *A.judaica*. Par contre par ingestion, les DL 50 enregistrées atteignent 0,027 g/ml pour *C. procera* et 0,084 g/ml pour l'extrait de *A. judaica*. Au vu des résultats l'extrait ethanoliqes de *C. procera* est le plus efficace aussi bien par contact que par ingestion. Nous pouvons donc déduire que *C. procera* à un effet acridicide plus élevé que *A. judaica*.

Les temps létaux50 obtenus par contact sont très proches (1,34 - 1 ,35 jours) à la dose D2 (0,1g/ml) pour les deux extraits. Par contre, à la plus forte dose (0,2 g/ml), la TL50 est égale à 5,5 jours pour *C. procera* et 1,8 jour pour *A.judaica*. Ceci s'explique vraisemblablement par la toxicité par contact des constituants de l'armoise qui expriment leur effet biocide plus rapidement que ceux de *C. procera*.

Par ingestion, la plus petite TL50 (0,44 jours) est enregistrée chez les imagos traités avec la plus forte dose (0,2 g/ml) de *C. procera* , a la plus faible dose, la TL50 enregistrée est de 6,62 jours. Concernant l'extrait de *A. judaica*, les TL50 enregistrés sont 7,83 jours à la plus forte dose et 23,87 jours à la plus faible dose (0,05g/ml). Nous pouvons donc affirmer que *C. procera* agit plus rapidement par ingestion que *A. judaica*.

L'effet des extraits sur l'évolution pondérale des insectes diffère d'un traitement à un autre et d'une plante à une autre. L'extrait du pommier de Sodome ne manifeste aucun effet sur l'évolution pondérale des insectes puisque nous enregistrons un gain de poids plus apparent chez les femelles que les mâles. Au contraire cet extrait administré par ingestion entraîne une baisse de leurs poids les deux premiers jours de traitement seulement. Au-delà des deux jours de traitement une croissance rapide du poids des insectes a été enregistrée pour les deux sexes, ceci est confirmé par leur gain du poids qui est supérieur au témoin. Contrairement à *C. procera* l'extrait de l'armoise a un effet négatif par contact sur l'évolution pondérale entraînant une perte de poids très importante chez les deux sexes. Par ingestion le poids pondéral des imagos traités par l'armoise et celui des témoins est presque identique.

La quantité d'ingéra prise est aussi influencée par le traitement par contact avec les extraits testés ou nous relevons une perturbation de la prise de nourriture de l'insecte. Cette augmentation de la quantité ingérée se traduit par l'augmentation de quantité sèche des fèces rejetée par les insectes. Par contre chez le témoin, la quantité de nourriture prise et la quantité de fèces rejetée sont stables jusqu'à la maturité sexuelle des bioagresseurs, ou ces quantités décroissent.

Concernant l'effet des extraits par ingestion sur la prise de nourriture et la quantité d'egesta des imagos, nous remarquons que la quantité d'ingéra et d'egesta chez les traités sont minimales par rapport aux témoins pendant les deux premiers jours de traitement, ce qui confirme l'effet anti appétant des extraits. A partir de troisième jour nous remarquons une stabilité de la prise de nourriture et de la quantité des fèces rejetées par les traités par rapport aux témoins. Donc les extraits de plantes testées par ingestion ont une influence sur la prise de nourriture et sur l'excrétion.

L'effet des extraits sur l'activité alimentaire, sur les indices nutritionnels de consommation et d'utilisation de la nourriture des imagos de *S. gregaria* par traitement par contact, laisse remarquer des valeurs plus faibles chez des lots traités par rapport aux lots témoins. Nous déduisons donc que les extraits végétaux testés présentent un effet négatif sur la digestion ce criquet. Concernant les insectes ayant subi le traitement par ingestion, ces indices sont presque les mêmes aussi bien chez les traités que chez les témoins. Donc l'essai ingestion n'entraîne aucun impact sur la digestion.

L'action des deux plantes par contact sur l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée en matière corporelle et sur l'efficacité de conversion de la nourriture digérée en

matière corporelle, révèlent que ces indices affichent des taux inférieurs au témoin. Ceci suppose que la nourriture ingérée et digérée n'est pas convertie nécessairement en biomasse. Or, une fois la nourriture convertie en énergie, cette dernière peut être utilisée autrement qu'en augmentation de la biomasse. Par exemple, elle peut servir à la respiration de l'organisme et à combattre les toxines des plantes. Donc le traitement par contact a un effet sur les deux indices. Contrairement au traitement par contact, les E.C.D. obtenus par ingestion sont plus élevés quelque soit le traitement effectué. Les E.C.I. des imagos de *S. gregaria* traités à l'extrait de *C. procera* montrent une efficacité de conversion de la nourriture ingérée plus élevée par rapport à ceux traités à l'extrait de *A. judaica* et à l'éthanol. On peut affirmer que le traitement par ingestion n'a pas un effet significatif sur les deux indices.

L'indice de consommation (I.C.) obtenu suite au traitement par contact révèle des valeurs plus élevées chez les lots traités par rapport aux lots témoins. Par contact les deux extraits n'influent sur l'alimentation du criquet. Pour l'essai ingestion l'un indice de consommation est légèrement supérieur chez les insectes ayant subi le traitement avec l'armoise

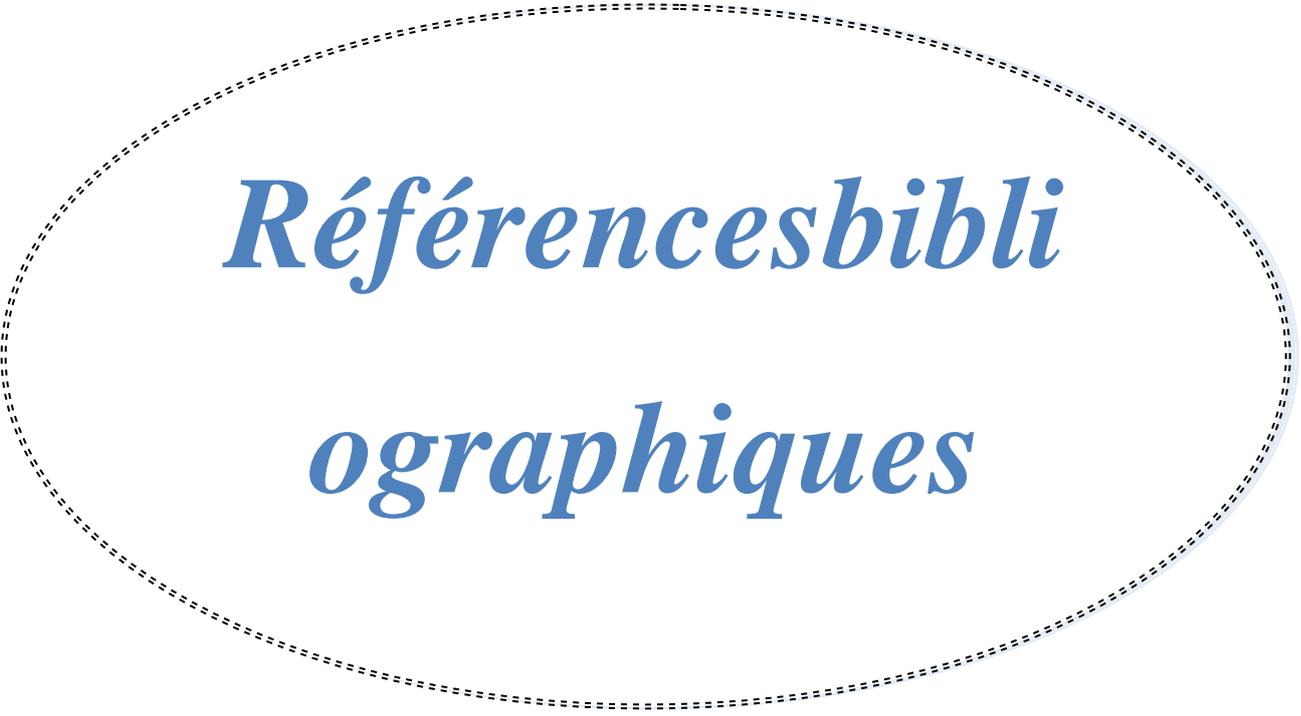
L'indice de croissance des imagos de *S. gregaria* traités par contact par *C. procera* est supérieur à celui des témoins. Cet indice est très faible chez les criquets traités par *A. judaica*. Par ingestion, cet indice est très élevé quelque soit le traitement retenu. Les deux plantes bien que toxiques pour le criquet, manifestent des comportements différents sur les différents paramètres étudiés de *S. gregaria*.

Nous remarquons aussi que ces extraits végétaux influencent le potentiel reproducteur du criquet provoquant une baisse du nombre d'oothèque par femelle chez celles traitées par l'armoise suite au test ingestion. Notons par ailleurs qu'aucun effet négatif n'est observé sur le nombre d'œufs déposés par oothèque chez les femelles traitées par contact. Cependant le traitement par ingestion a entraîné une baisse significative du nombre d'œufs déposés par oothèque. L'effet biocide des deux plantes se répercute aussi sur la fertilité de l'insecte. Les traitements par *C. procera* ont réduit le nombre d'œufs éclos que ce soit par contact ou par ingestion. Cependant le traitement réalisé avec l'armoise a entraîné une augmentation du pourcentage d'éclosion des œufs avec l'essai contact et une inhibition totale avec le test ingestion.

Par ce modeste travail nous avons essayé de valoriser les potentialités insecticides de deux plantes capables de remplacer les produits agro phytosanitaires nocifs pour la biosphère. Notre investigation n'est qu'une infime partie de l'exploitation de ces végétaux., ce qui

nécessite une recherche des biomolécules actives de ces plantes, de leur site et leur mécanisme d'action en procédant à un fractionnement poussé, à des isollements et à des purifications de chacune des molécules bios actives afin d'étendre les investigations à d'autres espèces de ravageurs. Sur ces derniers il est impératif aussi d'approfondir les essais à d'autres paramètres biologiques et histologiques afin de connaître le mode d'action de ces bio pesticides. Enfin des essais en plein champs sont obligatoires afin d'évaluer leur efficacité dans le milieu naturel afin de connaître les interactions entre facteurs biotiques et abiotiques de l'écosystème.

Par ailleurs une étude toxicologique et une étude sur l'acceptabilité alimentaire doivent être menées, si ces deux plantes sont destinées à être formulées comme bio pesticide.



*Références bibli  
ographiques*

Références Bibliographiques

**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.

**ABBASSI K., ATAY KADIRI Z. et GHAOUT S., 2004** -Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (Ait. R. Br) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk. 1775). *Zool. baetica* , vol. 15, pp. 153-166.

**ABBAS B, EL-TAYEB AE, SULLEIMAN YR. 1992.** *Calotropis procera*: feed potential for arid zones. *Veterinary-Record*. 131(6):132.

**ABD-ELHADY H. K., 2012** - Insecticidal activity and chemical composition of essential oil from *Artemisia judaica* L. against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) *Journal of plant protection research* Vol. 52, N. 3 pp. 347 - 352.

**ABDELGALEIL S. A. M., ABBASSY M. A., BELAL A. S. H. et ABDEL RASOUL M. A. A., 2008.** Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of *Artemisia judaica* L. *Bioresour. Technol.*, 99: 5947-5950.

**ABDELLAOUI K., BENHALIMA- KAMEL M., et BENHAMOUDA M. H., 2009** - Effets de l'acide gibbérellique sur le développement et la longévité du criquet migrateur asiatique *Locusta migratoria migratoria* L. (Orthoptera, Acrididae). *Zool. baetica*, V 20:3-19.

**ABDEL RAHMAN K. M., 2001** – Food consumption and utilisation of the grasshopper *Chrotogonus lugubris* Blanchard (Orthoptera, Acridoidea, Pyrgomorphidae) and its effect on the egg deposition. *Journal of Central European Agriculture*, Vol. 2, N. 3-4, 263 – 270 pp.

**ACHEUKF. et DOUMANDJI-M. B., 2013** - Insecticidal activity of alkaloids extract of *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae) against fifth instar larvae of *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius 1781) (Orthoptera: Acrididae). *International Journal of Science and Advanced Technology* V. 3 N. 6 PP. 8-13.

**ACHEUKF., 2012** – Evaluation des effets du Téflubenzuron et de l'extrait méthanolique de la plante *Haplophyllum tuberculatum* (Rutacée) sur le développement et la reproduction du criquet migrateur : *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Orthoptera: Oedipodinae). Thèse Doct. Ecol. Nati. Sup. Agro. El Harrach, 138p.

**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 synthèse : Dursban et Décis au laboratoire, et des perturbations histopathologiques du tube digestif. Mém. Mag. Ecol. Nati. Sup. Agro., El Harrach, 206 pp.

**AHMED A.M.U.SHI ZUHUA; BASHEER N.H.H.; MUAFI K.; ZHONGPING H. et YULING G. (2006)** - Evaluation of Insecticidal Potentialities of Aqueous Extracts from *Calotropis procera* Ait. Against *Henosepilachna elaterii* Rossi. Journal of applied Science, 6(11): 2466-2470.

**AJAGBONNA OP, ONIFADE KI, SULEIMAN A (1999)**. Hematological and biochemical changes in rats given extract of *Calotropis procera*. Sokoto J. Vet. Sci., 1(1): 36-42.

**ALLACHE F., 2005**- Activité biologique d'un dérégulateur de croissance des insectes: l'hexaflumuron sur la cuticule des larves de *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Orthoptera, Oedipodinae). Thèse Magister Scie. Agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 186 p.

**AI-MUSTAFA A. H. et AI-THUNIBAT O. Y., 2008** - Antioxidant activity Jordanian medicinal plants used traditionally for treatment of diabetes. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 11: 351–358 p.

**AL-OTAIBI S. et ELSAYED G., 2008** - Do allelochemicals of *Calotropis procera* have an effect on the food utilization of *Poeciloceris bntonius* (Acrididae: Orthoptera)

**AL-SARAR A., HUSSEIN H., ABOBAKR Y., et BAYOUMI A., 2012** - Molluscicidal activity of methomyl and cardenolide extracts from *Calotropis procera* and *Adenium arabicum* Against the Land Snail *Monacha cantiana*. *Molecules*, 17, 5310-5318 Pp.

**ARBONNIER (2002)** : Arbres, Arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest, CIRAD, 2ème édition, 160-165.

**BAGARI M., BOUHAIMI A., GHAOUT S. ET CHIHRANE J. 2013** - The toxic effects of *Nerium oleander* on larvae of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) *Zool. baetica*, vol.24:pp. 193-203.

**BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOGNAY G. et AMMAR M., 2001** - Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.), *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5(2), pp. 85–90.

**BAKAVATHIAPPAN GA., BASKARAN S., PAVARAJ M. et JEYAPARVATHI S., 2012** -Effect of *Calotropis procera* leaf extract on *Spodoptera litura* (Fab.). *J. Biopest Pp.* 135 – 138.

**BEGUM N., SHARMA B. et PANDEY R. S., 2011** - Evaluation of insecticidal efficacy of *Calotropis procera* and *Annona squamosal* ethanol extracts against *Musca domestica*. *J Biofertil Biopestici V. 1:1. 6 P.*

**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.

**BEN ABDELKRIM A.,2009** - Effets des extraits aqueux des graines de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur les larves de 5<sup>ème</sup> stade de *Locusta migratoria cinerascens* (Orthoptera: Oedipodinae). *Mém. Ing., Ecol. Nati. Sup. Agro. El Harrach*, 66 p.

**BENCHELAH A.C., BOUZIANE H., et MAKHA M., 2006**-Arbres et arbustes du Sahara. Voyages au cœur de leurs usages. Ibis Press. Paris.239 p.

**BENCHELAH A.C., BOUZIANE H., MAKHA M. et OUAHES C., 2011**-Fleurs du Sahara. Voyages ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Ibis Press Paris. 255 p.

**BENDOUB R., 2001**- Contribution à l'étude anatomique et histophysiologique de l'appareil digestif de *Locusta migratoria* (Orthoptera-Oedipodinae), Action des extraits de polyphénols totaux de feuilles d'olivier (*Olea europea*) sur tractus digestif du criquet migrateur, Mém. Mag. sci. Agr. Ecol. Nat. Sup. Agro., El-Harrach, 163p.

**BEN HALIMA T., CHARA B., MONARD A. et LECOQ M., 2001** - Évaluation financière des activités du programme EMPRES de lutte préventive contre le Criquet pèlerin en région occidentale pour la phase I de 4 ans.- FAO : Rome. 14 p.

**BENSAID A., (2011)** - Effet de quelques extraits végétaux sur une population de cochenilles diaspines dans un verger d'agrumes à Rouiba. Mém. Mag., Ecol. Nati. Sup. Agro., El Harrach, 83 P.

**BENZARA A., BEN ABDELKRIM A., et KHALFI-HABES O., 2013** - Effects of Aqueous Extracts of Seeds of *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) on 5th Stage Larvae *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781) (Orthoptera: Oedipodinae). Journal of Life Sciences, Vol. 7, No. 2, pp. 159-164.

**BENZARA A., BEN ABDELKRIM A., et KHALFI-HABES O., 2011** - Effets des extraits aqueux des graines de *Peganum harmala* l. (Zygophyllaceae) sur les larves de 5<sup>ème</sup> stade de *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781). (Orthoptera: Oedipodinae). Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier – France, 26 et 27 octobre 2011, 7 P.

**BEZAZ G., 2011**- Effet du laurier rose (*Nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*Locusta migratoria*) (Acrididae,Oedipodinae). Mém. Mag., Ecol. Nati. Sup. Agro., El Harrach, 148 P.

**BOUZIANE N.,2012** - Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) et de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) récoltés au Sahara

Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mem. Mag. Univ. Kasdi Merbah-Ouargla, 72 P.

**CATHERINE REGNAULT - ROGER, 2005** – Enjeux phytosanitaire pour l'agriculture et l'environnement, Ed. Lavoisier, Paris 1013 P.

**CHABOUSSOU F. (1980)** - Les plantes malades des Pesticides. Bases nouvelles d'une prévention contre maladies et parasites. Edition DEBARD, 271 p.

**CHOPARD L., 1943** – Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Ed. Libraire Larousse, Paris, 447 p.

**CHOPRA I. C., ABROL B. K. et HANDA K. L., 1960** - Les plantes médicinales des régions arides. UNESCO, Rennes, France, 99 p.

**DE GREGORIO R., 1996** – Le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, biologie et élevage : Durée de développement et rythme de ponte dans les conditions de laboratoire. Ed. C.A.U.P.P.A., Serv. Film Rech. Scien., Pau (Paris).

**DIOP B. et 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.

**DOBSON H.M., 2001**- Lutte antiacridienne. Directives sur le criquet pèlerin. Ed. FAO, Rome, 85 p.

**DOGO I., 2011** - Etude biogéographique des zones potentielles de grégarisation du Criquet Pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk 1775) au Niger sur la base des données d'archives des prospections acridiennes de 1965 à 2007. Thèse Doct. Univ. Ibn Zohr, Agadir (Maroc). 141 P.

**DOSSOU J., HOUNZANGBE A. S. et SOULE H., 2006** - Production et transformation du lait frais en fromage peulh au Bénin, Guide de bonnes pratiques 30 p.

**DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990** – Le criquet pèlerin au Sahel. Ed. CIRAD / PRIFAS, Départ. G.E.R.D.A.T, Paris, T. I, 83 p.

**DURANTON J.-F., LECOQ M. et RACHADI T., 1995-** Stratégies de lutte antiacridienne contre le Criquet pèlerin : concepts, contraintes, perspectives. - CIRAD-GERDAT-PRIFAS : Montpellier. 25 p.

**DURANTON J F, LAUNOIS-LUONG M. et LECOQ M, 1982** - Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. GERDAT, Montpellier, T I, 965 p.

**EI-MASSRY K.F., EI-GHORAB A.H. et FAROUK A., 2002** - Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. Food Chem., 79, 331-336.

**ELSAYED G. et AI-OTAIBI S. A., 2006** -Reproduction of *Poeciloceris bmtionius* fed on *Calotropis procera* Compared with *Zygophyllum simplex* and *Pulicaria crispa*, World Journal of Agricultural Sciences 2 (1): 95-97 pp.

**ELSAYED G., 1998.** Effects of nutrition on longevity, fertility, ovariol yield, food consumption and metamorphosis of the grasshopper *Euprepocnemis plorans*. Insect Sci. Applic., 18: 341-347.

**EL-SHARABASY H. M., 2010** - Acaricidal activities of *Artemisia judaica* L. extracts against *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Tetranychidae: Phytoseiidae). Journal of Biopesticides, 3(2): Pp. 514-519.

**FINNEY D. J. 1971-** Probit Analysis. 3rd ed. Cambridge University Press, London, UK, 333 pp.

**GREATHEAD D.J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H. et POPOV G.B., 1994** – Les ennemis naturels des criquets du Sahel. Ed. CIRAD / PRIFAS, ‘Collection Acridologie Opérationnelle n°8’, Montpellier, 85 p.

**G.R.I.P.T., (2001)** - ‘Groupe de recherche et d’information sur la pharmacopée et l’environnement Tropical’ Association Loi 1901: Revue de Médecines et Pharmacopées Africaines, V. 15.

**GUENDOZ B. A., DURANTON J. F., DOUMANDJI M. B., 2010** – Préférences alimentaires de *Scistocerca gregaria* (Forsk., 1775) à l’état solitaire dans les biotopes du sud algérien. Journal of Orthoptera research 19(1): 7-14 P.

**HASSANEIN A. A., ABOU-YOUSEF M. H., SOLIMAN M. M. et SHAABAN M. N. 2004** - The biological effects of certain plant extractions against cotton leafworm. The second international conference on the role of biochemistry in environment and agriculture, 404 - 414 pp.

**HEMOUR S., 2009** - Etude morphométrique et effet de deux champignons entomopathogènes *Beauveria bassiana* Bals. et *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina, Hyphomycètes) sur quelques paramètres physiologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae). Mém. Ing. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 103p.

**IDRISSI HASSANI, L. M., et HERMAS, J. 2008** - Effet de l’alimentation en *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae). Zool. Baetica.19: 71-84.

**IDRISSI HASSANI, L.M., OULD AHMEDOU, M.L., CHIHANE, J. ET BOUAICHI, A. 1998** - Effets d’une alimentation en *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) sur la survie et le développement ovarien du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). Ethnopharmacologia, 23: 26-41.

**JAHAN, S., A. MAMAN et A. R. KHAN, 1991** - Insecticidal effect of akanda (*Calotropis procera*) on *Tribolium confusum* Duval. (Coleoptera: Tenebrionidae). Bangladeshi. Zool., 19: 261-268.

**KEMASSI A.,2008** - Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mém. Mag. Univ. Kasdi Merbah-Ouargla, 160 P.

**KEMASSI A., BOUAL Z., BOUZIANE N., OULD EL HADJ-KHELIL A. et OULD EL HADJ M. D., 2013** - Biological activity of essential oils leaves from one Sahara plant: *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) on the desert locust. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences Vol. 2, N. 8, pp. 389-395.

**KEMASSI A., BOUAL Z., LEBBOUZ I., DADDI BOUHOUN M., SAKER M. L., OULD EL HADJ-KHELIL A., et OULD EL HADJ M. D., 2012** - Etude de l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) Lebanese Science Journal, Vol. 13, No. 2, Pp. 81-97.

**KEMASSI A., BOUAL Z., OULD EL HADJ-KHELIL A., DADDI BOUHOUN M., et OULD EL HADJ M. D., 2010** - Activité biologique de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae). Annales des Sciences et Technologie, Vol. 2, N° 1, Pp. 61-70.

**KHALFI O., 2007** - Evaluation du potentiel biocide et étude de l'influence de la composition des huiles essentielles de quelques plantes algériennes sur *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) et *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Thèse Doct. Sci Agr., Ecol. Nati. Sup. Agro. El Harrach, 116 p.

**LATCHININSKY A. V. et LAUNOIS-LUONG M. H., 1997** -Le Criquet pélerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) dans la partie nord orientale de son air d'invasion. – Coll. : Les acridiens (n°29), CIRAD-Amis-pc-PRIFAS/VIZR : Montpellier (France)/ Saint Peters bourg, 192 p.

**LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1989** -Vade Mecum des criquets du Sahel. Ed. CIRAD / PRIFAS, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°5', Montpellier, 80 p.

**LAUNOIS-LUONG M. H., LAUNOIS M. et RACHADI T., 1988** - La lutte chimique contre les criquets au sahel. Ed. CIRAD/PRIFAS, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°3', Montpellier, 42 p.

**LECOQ M., 1988** - les criquets du sahel. Ed. CIRAD/PRIFAS, Collection Acridologie Opérationnelle n°1', Montpellier, 125 p.

**LECOQ M., 1991** - Le Criquet pèlerin : enseignements de la dernière invasion et perspectives offertes par la biomodélisation. La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 71-98.

**LECOQ M., 2004-** Vers une solution durable au problème du Criquet pèlerin. Sécheresse, vol. 15 (3): pp. 217-224.

**LECOQ M., 2005** - Enseignement de la récente invasion du Criquet pèlerin en Afrique. Ed. CIRAD, Montpellier, 17 p.

**LECOQ M. et MESTRE, 1988** - La surveillance des sauteriaux du sahel. Ed. CIRAD/PRIFAS, Collection Acridologie Opérationnelle n°2, Montpellier, 30 p.

**LEGAL P., 1989** - Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). Bull. Ecol. Ento., T. 20 (3): 245-261pp.

**LIU C. Z., MURCH S. J., EL-DEMERDASH M. et SAXENA P.K., 2004-***Artemisia judaica* L.: micro rogation and antioxidant activity. *J. Biotechnol.*, 110: pp. 63–71

**LOUIS S., 2004-** Diversité structurale et d'activité biologique des albumines entomotoxiques de type 1b des graines des Légumineuses. Thèse Doct., Ins. Nat. Sci. Appl. Lyon, 260 p.

**LUONG-SKORMAND M.H., RACHADI T. et LECOQ M., 1999** -La lutte contre lesCriquets ravageurs : l'intérêt des mycopesticides. Ed. Cirad-Amis-Programme Protection des cultures, n°19, Paris, : pp.49-52.

**MAHJOUB N., 1988-** Le problème du criquet pèlerin et les perspectivz de sa résolution. Nature et faune, 4 :pp.16-20.

**MEDRANO JUAN F. et GALL G. A. E., 1976** - Food consumption, feed efficiency, metabolic rate and utilization of glucose in lines of *Tribolium castaneum* selected for 21-day pupa weight. *Genetics* 83: Pp. 393-407.

**MONG-NGOC N., 2010** - Adaptation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette *Choristoneura fumiferana* Clem. à la résistance de l'épinette blanche *Picea glauca* (Moench) Voss. Mém. Maître ès sciences, Univ. Laval, Québec 34 P.

**MOUSSA A., 2003** - Effet de l'huile de neem (*Azadirachta indica*) sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de *Locusta migratoria migratoria* (Linné, 1758) et *Locusta migratoria migratorioïdes* (R et F, 1850) (Orthoptera, Acrididae). Mém. Mag. Sci. Agro., Ecol. Nati. Sup. Agro., El Harrach, 123 p.

**NEBIH D. H., BELKAHLA H., et KHEIRN., 2011** - Effet des extraits aqueux de deux espèces d'armoise algérienne (*Artemisia herba alba* et *A. judaica*) in vitro sur les larves (L2) de *Meloidogyne*. Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier – France, 26 et 27 octobre 2011, 7 P.

**NIKIEMA. W. P. R; 2005** - Propriétés pharmacochimiques de *Calotropis procera* Ait. (Asclepiadaceae) récolte au Mali : Etude préclinique des effets anti-inflammatoires et antimicrobiens des extraits des écorces de racines. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Faculté de Médecine, de pharmacie et d'odontostomatologie, 59 p.

**NOFAL, S. M., MAHMOUD S. S., RAMADAN A., SOLIMAN G.A. et FAWZY R., 2009** - Anti- Diabetic effect of *Artemisia judaica* extracts. *Res. J. Med. Med. Sci.*, 4: 42–48 pp.

**OULD AHMEDOU M. L., BOUAICHI A. et IDRISSE HASSANI L. M., 2001** - Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinus lotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). *Zool. Baetica*, 12: 109-117.

**OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN-BADJO A., 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, Vol. 17 (3): 407-414 pp.

**OUTTAR F., 2009** - Utilisation de quelques biopesticides sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae), Mém. Mag., Ecol. Nati. Sup. Agro. El Harrach, 186 p.

**PEDGLEY D. E., 1981-** Desert locust Forecasting Manual.2 vols. – Centre for Overseas Pest Research, Londres, 142 p.

**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.

**PIOU C., VASSAL J-M. et LECOQ M., 2011** - Développement d'un modèle multi-agent du système hiérarchique de la lutte anti-acridienne, Cirad, 23 P.

**POPOV G.B., LAUNOIS-LUONG M.H. et VAN DER VEEL J.J., 1990** - Les oothèques des criquets du Sahel. Ed. Cirad/Prifas, Collection Acridologie Opérationnelle n°7, Montpellier, 153 p.

**QURESHI, M. A.; QURESHI, N. M.; ARSHD, R. et BEGUM, R. 1991.** A study on anti-sperm activity in extracts from different part of *Calotropis procera*. *Pakistan Journal of Zoology*, 23 (2): 161-165.

**RACHADI T., 1991-** Précis de lutte anti-acridienne : la pulvérisation des pesticides. Min. Coop. Dev., Ed. CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 312 p.

**RAMADE F. (1978).** Eléments d'écologie appliquée. Action de l'homme sur la biosphère. Edisciences /McGrow-Hill 2<sup>ème</sup> Edition 576 p.

**RAMOS M. V., ARAÚJO E. S., OLIVEIRA R. S. B., TEIXEIRA F. M., PEREIRA D. A., CAVALHEIRO M. G., SOUZA D. P., OLIVEIRA J. S., FREITAS C. D. T., 2011** -

Latex fluids are endowed with insect repellent activity not specifically related to their proteins or volatile substances. *Braz. J. Plant Physiol.*, 23(1): 57-66.

**RAO I. et SUBRAMANYAN B. 1986** - Azadirachtin induced changes in development, food utilization and haemolymph constitutions of *Schistocerca gregaria*. *Journal of Applied Entomology*, 102: pp. 217- 224.

**REGNAULT- ROGER C., 2005** – Enjeux phytosanitaire pour l’agriculture et l’environnement, Ed. Lavoisier, Paris 1013 P.

**REGNAULT - ROGER C. et HAMRAOUI A., 1995** - Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Aeanthoseelides obteetus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Stored Products Res.* 31 (4): pp. 291-299.

**SALUNKE B. K., KOTKAR H.M., MENDKI P.S., UPASANI S. M., MAHESHWARI V. L. (2005)**. Efficacy of flavonoids in controlling *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae), a post-harvest pest of grain legumes. *Crop Protection*, Vol. 24, n°10, pp. 888-893.

**SINGHI M., et PUROHIT A., 2013** - Studies on comparative larvicidal efficacy of methanol extracted latex of *Calotropis procera* and temephos against *Aedes aegypti* in arid parts of Rajasthan. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. Vo. 4, Pp. 1139-1142.

**SYED T. S., LAL M., ABRO G. H. et SIDDIQUI S., 2011** -Effect of consumption of different hosts on the body weight of surface grasshopper, *Chrotogonus trachypterus* lanchard (Orthoptera Pyrgomorphidae). *Sarhad J. Agric.* Vol.27, N°.2, 245-249 Pp.

**SYED T. S., 1992** - Biology and behavior of Akk grasshopper, *Poeclocerus pictus* F. M. Phil Thesis, Univ. of Sindh, Pakistan. 158p.

**SYMMONS et CRESSMAN, 2001** – Directives sur le criquet pèlerin : Le criquet pèlerin, biologie et comportement. Ed. Food Alimentation Organisation (F.A.O.), Rome, 43 p.

**TAHA A.K., ELDOUSH K.O.A.M. et SIDAHMED O.A.A.,2011** - Evaluation of aqueous and powder preparations of Argel (*Solenostemma argel* Del. Hyne.) And Usher (*Calotropis procera* Ait.) against the Green Pit Scale Insect (*Asterolicanium phoenicis* Rao.) (Homoptera: Asterolicaniidae) infesting date palm. Journal of Science and Technology 12 (4) pp. 34-40.

**TAIL G., ALLAL-BENFEKIH L., KARA F., et ACI L., 2011** - Activite biocide des alcaloïdes extraits de *Nerium oleander* (Apocynacees) et d'*Eucalyptus globulus* (Myrtacees) vis-a-vis des adultes du criquet pelerin *Schistocerca gregaria* (forskal, 1775) (Orthoptera, acrididae).Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier – France, 26 et 27 octobre 2011, 9 P.

**TAIL G., 1998** - Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, acrididae). Efficacité entomopathogène de *Pseudomonas fluorescens* (Pseudomonasaceae) sur quelques aspects physiologiques du criquet pèlerin. Thèse Mag, ENSA, El harrach-Alger, 190p.

**VERMA B. S., VERMA K.U., JANGWAN N.K. et DHINDSA K., 1989.** Toxicity of some indigenous plant extracts to root not, seed gal and citrus nematodes. Pesticides Bombay, 23: 25-27 pp.

**WALDBAUER G. P., 1968** - The consumption and utilization of food by insects. Adv. in Insect Phys. 5:229-288.

**WILPS H., NASSEH O., KRALL S., SALISSOU G. B., 1992** - Les effets d'inhibiteurs de croissance et de biocides végétaux sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Rev Sahel PV Info, N°45, pp. 5-19.

**ZAIM A., EL GHADRAOUI L. et FARAHA. 2012** -Effets des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* sur la survie des criquets adultes d'*Euchorthippus albolineatus* (Lucas, 1849). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, N. 34 (2), pp. 127-133.

**ZENASNI M A., MEROUFEL B., AMROUCHE A., NAAR F. Z., MERZOUKA F., DIFALLAH F Z., 2012** - Phytoremédiation de Zn (II) par les racines de *Calotropis procera* (Bechar, Algérie). Science LibEditions Mersenne : Vol. 4, N ° 120304, 16 p.



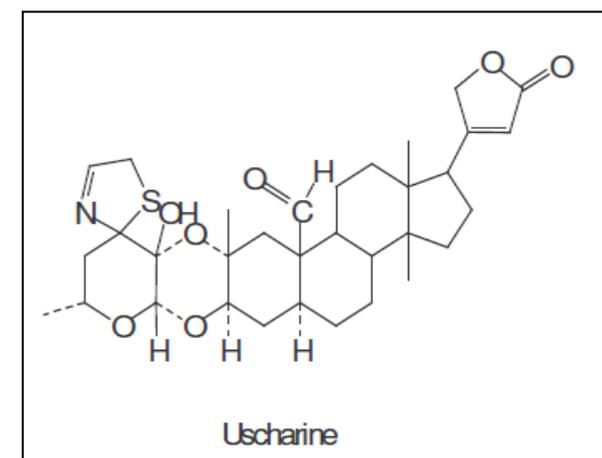
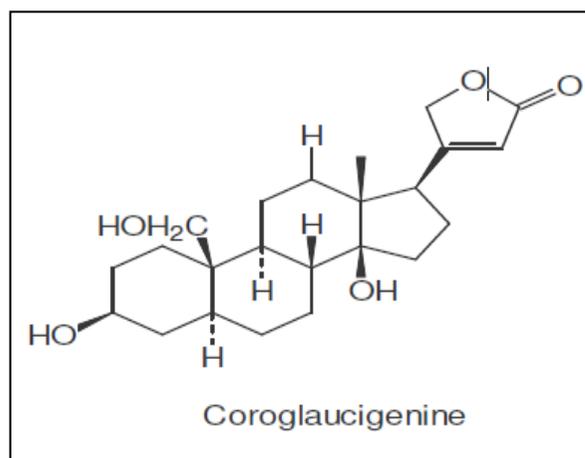
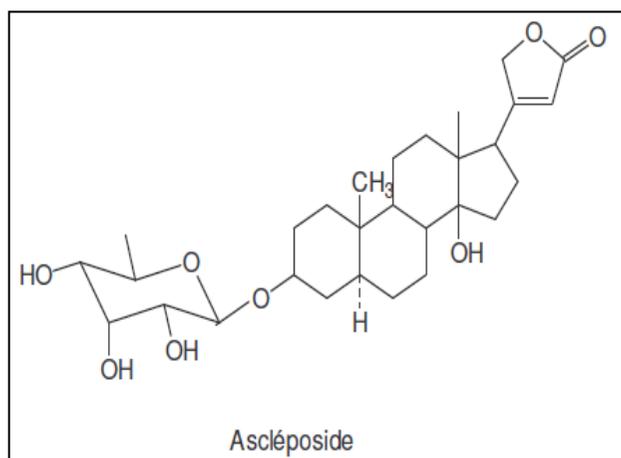
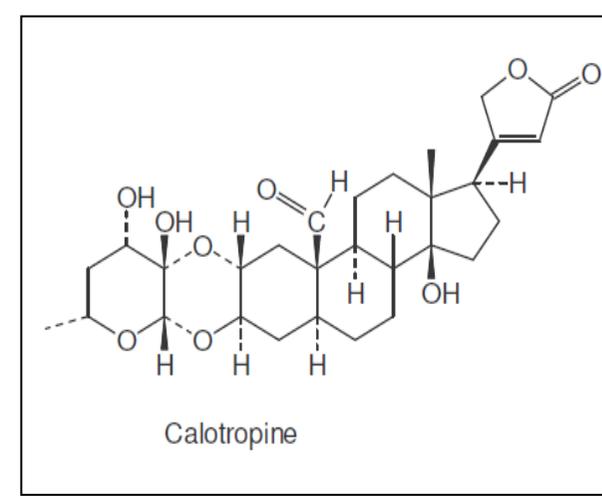
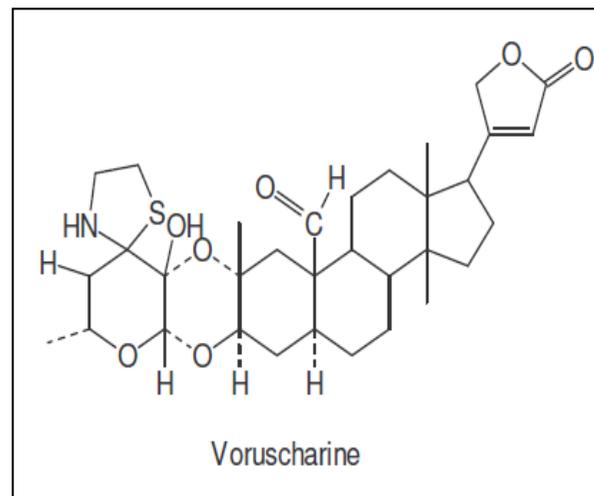
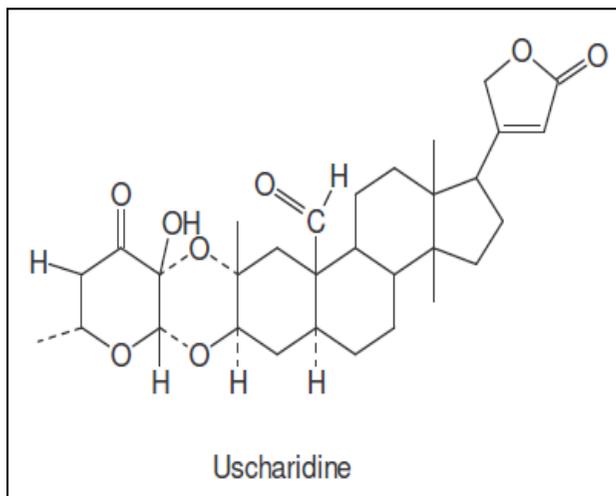
*Annexe*

Composition chimique de l'huile essentielle des parties aériennes de *A. judaica* isolé par hydrodistillation analysé par GC-MS (ABD-ELHADY,2012).

N°	RI <sub>a</sub>	Composé	Surface du pic [%] C
1	923	$\alpha$ -pinene	0.3
2	937	camphene	0.3
3	956	$\beta$ -pinene	0.2
4	971	myrcene	0.3
5	989	$\alpha$ -phellandrene	1.2
6	1012	$\alpha$ -terpinene	0.3
7	1021	1,8-cineole	0.4
8	1037	artemisia ketone	1.4
9	1062	artemisia alcohol	0.3
10	1073	terpinolene	0.2
11	1079	fenchone	0.6
12	1089	linalol	0.3
13	1097	$\beta$ -thujone	0.6
14	1105	chrysanthenone	3.9
15	1114	camphor	20.6
16	1131	<i>iso</i> -borneol	0.2
17	1141	terpinene-4-ol	4.6
18	1152	lavandulol	0.5
19	1164	borneol	2.2
20	1179	$\alpha$ -terpineol	0.3
21	1196	verbenone	0.3
22	1202	carveol	0.4
23	1230	piperitone	32.4
24	1240	geraniol	0.8
25	1248	perilla aldehyde	0.2
26	1257	geranial	0.5
27	1265	bornyl acetate	3.0
28	1296	carvacrol	0.2
29	1334	citronellyl acetate	0.7
30	1355	( <i>E</i> )-ethyl cinnamate	8.2
31	1374	$\alpha$ -ylangene	0.2
32	1385	$\beta$ -elemene	0.2
33	1414	$\alpha$ -cedrene	0.3
34	1429	$\beta$ -caryophyllene	0.3

35	1435	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	0.3
36	1442	<i>allo</i> -aromadendrene	0.4
37	1481	valencene	1.3
38	1487	$\beta$ -bisabolene	0.2
39	1498	$\gamma$ -cadinene	0.7
40	1541	spathulenol	0.3
41	1548	caryophyllene oxide	1.1
42	1560	davanone	0.3
43	1597	1- <i>epi</i> -cubenol	1.4
44	1610	humulene oxide II	1.2
45	1616	T-cadinol	0.4
46	1622	$\beta$ -eudesmol	0.2
47	1649	cadalene	0.6
total		94.8	

Quelques structures chimiques des composés de *Calotropis procera* (HANS- DIETER NEUWINGER, 1990 in NIKIEMA, 2005).



Taux de mortalité journalière cumulée des imagos, traités à l'extrait de *Artemisia judaica* et de *Calotropis procera* par contact

Jours	<i>Artemisia judaica</i>			
	Moy. T	Moy. D1	Moy. D2	Moy. D3
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	36,67	53,33	83,33
2	6,67	40,00	56,67	83,33
3	6,67	40,00	56,67	86,67
4	10,00	43,33	56,67	86,67
5	20,00	53,33	56,67	86,67
6	20,00	56,67	60,00	86,67
7	23,33	60,00	60,00	86,67
8	23,33	63,33	63,33	86,67
9	30,00	63,33	66,67	86,67
10	30,00	63,33	66,67	86,67
11	30,00	63,33	66,67	86,67
12	33,33	63,33	66,67	90,00
13	36,67	63,33	66,67	90,00
14	40,00	63,33	66,67	90,00
15	40,00	63,33	70,00	90,00
16	40,00	63,33	70,00	90,00
17	40,00	63,33	70,00	90,00
18	40,00	63,33	70,00	90,00
19	40,00	63,33	70,00	90,00
20	40,00	63,33	70,00	90,00
21	40,00	63,33	70,00	90,00

Jours	<i>Calotropis procera</i>			
	Moy. T	Moy. D1	Moy. D2	Moy. D3
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	33,33	33,33	13,33
2	6,67	36,67	63,33	53,33
3	6,67	43,33	73,33	56,67
4	10,00	43,33	76,67	63,33
5	20,00	50,00	76,67	63,33
6	20,00	53,33	76,67	63,33
7	23,33	56,67	76,67	66,67
8	23,33	56,67	80,00	66,67
9	30,00	60,00	80,00	66,67
10	30,00	60,00	80,00	70,00
11	30,00	60,00	80,00	73,33
12	33,33	60,00	80,00	73,33
13	36,67	60,00	80,00	73,33
14	40,00	60,00	80,00	73,33
15	40,00	60,00	80,00	76,67
16	40,00	60,00	80,00	80,00
17	40,00	60,00	80,00	80,00
18	40,00	60,00	80,00	83,33
19	40,00	60,00	80,00	83,33
20	40,00	63,33	80,00	83,33
21	40,00	66,67	80,00	83,33

Taux de mortalité journalière cumulée des imagos, traités à l'extrait de *Artemisia judaica* et de *Calotropis procera* par ingestion

Jours	<i>Artemisia judaica</i>			
	Moy. T	Moy. D1	Moy. D2	Moy. D3
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	3,33	3,33	6,67
2	6,67	6,67	6,67	16,67
3	6,67	6,67	6,67	26,67
4	10,00	16,67	16,67	46,67
5	10,00	20,00	30,00	50,00
6	10,00	30,00	33,33	60,00
7	10,00	30,00	33,33	60,00
8	13,33	30,00	40,00	60,00
9	13,33	36,67	43,33	63,33
10	13,33	40,00	43,33	66,67
11	16,67	43,33	46,67	66,67
12	20,00	46,67	53,33	66,67
13	20,00	46,67	56,67	66,67
14	20,00	46,67	56,67	66,67
15	20,00	50,00	56,67	70,00
16	20,00	50,00	56,67	73,33
17	20,00	50,00	60,00	73,33
18	20,00	53,33	63,33	73,33
19	20,00	53,33	63,33	73,33
20	26,67	53,33	63,33	80,00
21	26,67	53,33	63,33	83,33

Jours	<i>Calotropis procera</i>			
	Moy. T	Moy. D1	Moy. D2	Moy. D3
0	0	0	0	0
1	0	13,33	30,00	46,67
2	6,67	23,33	50,00	80,00
3	6,67	50,00	63,33	90,00
4	10,00	56,67	70,00	90,00
5	10,00	63,33	73,33	90,00
6	10,00	63,33	80,00	93,33
7	10,00	63,33	83,33	93,33
8	13,33	63,33	83,33	93,33
9	13,33	63,33	83,33	93,33
10	13,33	70,00	83,33	93,33
11	16,67	70,00	83,33	93,33
12	20,00	70,00	83,33	93,33
13	20,00	70,00	83,33	93,33
14	20,00	70,00	83,33	93,33
15	20,00	70,00	86,67	93,33
16	20,00	70,00	86,67	93,33
17	20,00	70,00	90,00	93,33
18	20,00	73,33	90,00	93,33
19	20,00	73,33	90,00	93,33
20	26,67	73,33	90,00	93,33
21	26,67	73,33	90,00	93,33

## Evolution pondéral des imagos mâles et femelles trait par contact

Jours	Poids moyen de femelle (g)			Poids moyen de Mâle (g)		
	contact			contact		
	<i>A. judaica</i>	<i>C. procera</i>	Temoin	<i>A. judaica</i>	<i>C. procera</i>	Temoin
0	2,02	2,02	1,95	1,55	1,55	1,51
1	1,93	1,96	2,05	1,32	1,60	1,58
2	1,81	2,01	2,15	1,38	1,72	1,59
3	1,91	2,22	2,16	1,46	1,73	1,65
4	1,85	2,36	2,18	1,48	1,75	1,66
5	1,82	2,43	2,25	1,47	1,78	1,65
6	1,88	2,50	2,39	1,43	1,82	1,71
7	2,17	2,68	2,27	1,43	1,75	1,64
8	2,09	2,55	2,31	1,45	1,79	1,67
9	2,25	2,67	2,37	1,43	1,81	1,74
10	2,17	2,55	2,30	1,44	1,77	1,70
11	2,22	2,60	2,32	1,43	1,84	1,79
12	2,40	2,67	2,30	1,53	1,78	1,80
13	2,50	2,84	2,23	1,60	1,85	1,73
14	2,41	2,90	2,21	1,60	1,85	1,75
15	2,40	2,95	2,28	1,61	1,85	1,81
16	2,49	2,93	2,29	1,62	1,89	1,88
17	2,57	3,05	2,25	1,72	1,92	1,82
18	2,48	3,05	2,21	1,61	1,89	1,73
19	2,53	2,98	2,21	1,65	1,95	1,77
20	2,67	3,01	2,19	1,65	1,88	1,75
21	2,59	3,02	2,18	1,62	1,91	1,75

**Evolution pondéral des imagos mâles et femelles traite par ingestion**

Jours	Poids moyen de Femelles(g)			Poids moyen de mâles(g)		
	Ingestion			Ingestion		
	<i>A. judaica</i>	<i>C. procera</i>	Temoin	<i>A. judaica</i>	<i>C. procera</i>	Temoin
0	1,78	2,05	1,91	1,33	1,39	1,32
1	1,84	2,06	1,90	1,38	1,38	1,40
2	1,82	2,00	1,95	1,37	1,35	1,51
3	1,91	2,46	2,01	1,43	1,56	1,52
4	1,96	2,52	2,12	1,47	1,59	1,53
5	2,07	2,71	2,22	1,48	1,77	1,57
6	2,02	2,58	2,30	1,49	1,79	1,60
7	2,13	2,90	2,13	1,48	1,89	1,53
8	2,21	2,97	2,22	1,53	1,90	1,60
9	2,18	2,95	2,23	1,58	1,93	1,62
10	2,15	2,64	2,23	1,58	1,87	1,58
11	2,09	2,81	2,31	1,57	1,99	1,63
12	2,15	2,90	2,32	1,71	2,01	1,64
13	2,23	2,82	2,27	1,74	1,99	1,55
14	2,19	2,99	2,24	1,68	1,99	1,58
15	2,27	2,88	2,34	1,78	2,01	1,59
16	2,20	2,92	2,34	1,70	2,02	1,55
17	2,20	2,83	2,35	1,75	1,99	1,56
18	2,25	2,81	2,29	1,80	2,01	1,53
19	2,21	2,74	2,30	1,80	2,01	1,53
20	2,26	2,73	2,30	1,78	1,92	1,58
21	2,23	2,73	2,27	1,78	1,92	1,55

L'évolution pondérale des ingérasdesimagos de *S. gregaria*  
traitées par contact

Jours	Ingera (g)		
	<i>C. procera</i>	<i>A. judaica</i>	Témoin
1	0,18	0,20	0,20
2	0,41	0,27	0,28
3	0,73	0,30	0,25
4	0,93	0,29	0,25
5	1,15	0,31	0,32
6	0,35	0,31	0,30
7	0,87	0,56	0,30
8	0,22	0,45	0,30
9	0,59	0,33	0,32
10	0,72	0,33	0,24
11	0,36	0,43	0,31
12	0,14	0,41	0,27
13	0,53	0,57	0,31
14	0,53	0,57	0,26
15	0,72	0,54	0,30
16	0,96	0,54	0,20
17	0,90	0,50	0,11
18	0,72	0,60	0,16
19	0,80	0,59	0,21
20	0,55	0,48	0,09
21	0,56	0,50	0,07

L'évolution pondérale des ingérasdesimagos de *S. gregaria*  
traitées par ingestion

Jours	Ingera (g)		
	<i>C. procera</i>	<i>A. judaica</i>	Témoin
1	0,16	0,20	0,29
2	0,07	0,17	0,27
3	0,34	0,27	0,25
4	0,56	0,29	0,26
5	0,39	0,30	0,31
6	0,42	0,41	0,30
7	0,21	0,38	0,24
8	0,28	0,38	0,31
9	0,35	0,34	0,28
10	0,47	0,40	0,22
11	0,49	0,29	0,28
12	0,58	0,42	0,25
13	0,46	0,29	0,26
14	0,40	0,32	0,22
15	0,30	0,30	0,28
16	0,42	0,43	0,18
17	0,24	0,21	0,10
18	0,16	0,36	0,23
19	0,23	0,46	0,20
20	0,07	0,41	0,12
21	0,45	0,44	0,11

**L'évolution pondérale des egesta desimagos de *S. gregaria* traitées par contact**

Jours	Egesta (g)		
	<i>C. procera</i>	<i>A. judaica</i>	Témoin
1	0,05	0,02	0,08
2	0,08	0,04	0,09
3	0,05	0,09	0,08
4	0,18	0,09	0,09
5	0,42	0,07	0,13
6	0,17	0,09	0,10
7	0,20	0,11	0,07
8	0,16	0,08	0,09
9	0,19	0,10	0,10
10	0,17	0,12	0,07
11	0,19	0,12	0,08
12	0,20	0,15	0,10
13	0,22	0,14	0,08
14	0,23	0,16	0,05
15	0,28	0,18	0,10
16	0,20	0,18	0,09
17	0,23	0,13	0,09
18	0,16	0,11	0,05
19	0,10	0,15	0,06
20	0,08	0,13	0,03
21	0,11	0,13	0,03

**L'évolution pondérale des egesta desimagos de *S. gregaria* traitées par ingestion**

Jours	Egesta (g)		
	<i>C. procera</i>	<i>A. judaica</i>	Témoin
1	0,02	0,06	0,10
2	0,06	0,11	0,11
3	0,17	0,12	0,10
4	0,21	0,16	0,13
5	0,19	0,14	0,18
6	0,26	0,19	0,15
7	0,10	0,20	0,11
8	0,13	0,17	0,13
9	0,19	0,19	0,14
10	0,27	0,15	0,09
11	0,23	0,13	0,10
12	0,29	0,18	0,13
13	0,20	0,18	0,10
14	0,18	0,12	0,07
15	0,10	0,12	0,12
16	0,18	0,09	0,12
17	0,14	0,10	0,11
18	0,11	0,10	0,11
19	0,21	0,08	0,10
20	0,10	0,11	0,07
21	0,11	0,09	0,05

Tableau :Equation des droites de régression des TL50 (contact)

Extrait		Doses		
		D1	D2	D3
<i>C. procera</i>	Equation	-	$y = 0,220x + 4,934$	$y = 0,753x - 2,611$
	Coefficient R	-	0,69	0,92
	TL50 (Jour)	-	1,35	5,5
<i>A. judaica</i>	Equation	-	$y = -0,033x + 5,097$	$y = -0,010x + 5,996$
	Coefficient R	-	0,82	0,18
	TL50 (Jour)	-	1,34	1,80

Tableau :Equation des droites de régression des TL50 (ingestion)

Extrait		Doses		
		D1	D2	D3
<i>C. procera</i>	Equation	$y = 0,488x - 4,077$	$y = 0,535x - 4,588$	$y = 0,417x - 5,342$
	Coefficient R	0,91	0,97	0,80
	TL50 (Jour)	6,62	2,16	0,44
<i>A. judaica</i>	Equation	$y = 0,753x - 2,611$	$y = 0,919x - 2,432$	$Y = 0,753x - 2,611$
	Coefficient R	0,93	0,95	0,98
	TL50(Jour)	23,87	16,35	7,83

## المخلص

تقييم فعالية المستخلصات الإيثانولية *Artemisia judaica* و *Calotropis procera* على الجراد (*Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera Acrididae) لنباتي الصحراوي

تأثير المستخلصات الإيثانولية لنباتي والابتلاع *Artemisia judaica* و *Calotropis procera* جرب عن طريق التلامس على الافراد الغير بالغة للجراد الصحراوي من حيث عدد الوفيات, النشاط الغذائي, والتكاثر. النتائج اظهرت بان المستخلصين يسببان عدد وفيات كبيرة ونسبة الوفيات تزداد مع زيادة الجرعة و الزمن. الجرعة القاتلة DL50 اثبتت بان مستخلص *Calotropis procera* اكثر فعالية من مستخلص *Artemisia judaica* بالنسبة لطريقتي العلاج. فيما يخص الزمن القاتل TL50 وبالنسبة للجرعة المتوسطة اثبت اناقصر زمن قاتل هو الذي تحصلنا عنه مع نبات *Calotropis procera* فيما يتعلق بتأثير. العلاج عن طريق التلامس على تطور وزن للذكور والاناث للجراد الصحراوي. مستخلص نبات *C. procera* لم يسجل اي تأثير على العكس نبات *A. judaica* سجل تأثيرا سلبيا على تطور الوزن. بالنسبة للعلاج عن طريق الابتلاع سجلنا عكس نتائج العلاج عبر الملامسة. المستخلصات المذكورة سابقا لها تأثير ايضا على التغذية و الفضلات. المستخلصات تخفض القدرة على التكاثر للجراد بحيث تخفض عدد جراب البيض وعدد البيوض في الجراب بالنسبة للإناث المعالجة عن طريق الابتلاع للمستخلصين, على العكس لا يوجد اي تأثير على عدد البيوض الموضوعه بالنسبة للإناث المعالجة بالتلامس. التأثير البيولوجي السمي يظهر ايضا على خصوبة نبات *C. procera* الحشرات بالنسبة لنمطي العلاج. فيحينان العلاج بنبات يظهر ايضا على *A. judaica* اثر ايجابا على الخصوبة عن طريق التلامس وسلبا عن طريق الابتلاع.

**الكلمات الدالة:** المستخلصات الإيثانولية, الوفيات, التكاثر, النشاط الغذائي, تطور الوزن, *Calotropis procera*

.DL50 , TL50, *Schistocerca gregaria* , *Artemisia judaica*

## Résumé

Evaluation de l'activité insecticide des extraits éthanoliques de *Calotropis procera* et de *Artemisia judaica* sur *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera : Acrididae)

L'effet des extraits éthanoliques de deux plantes *Calotropis procera* et *Artemisia judaica*, ont été testés par contact et par ingestion sur la mortalité, l'activité alimentaire et le potentiel reproducteur des imagos du *Schistocerca gregaria*. Les résultats ont montré que les extraits provoquent une forte mortalité et le pourcentage de mortalité des imagos augmente avec la dose et le temps. Les DL50 calculées montrent que les extraits de *C.procera* sont plus efficaces que ceux de l'armoise pour les deux modes de traitement. L'examen des temps létaux 50 (TL50) pour la dose moyenne montre que le temps le plus court est obtenu avec l'extrait de pommier de Sodome. Concernant l'effet du traitement par contact sur l'évolution pondérale des mâles et des femelles du criquet pèlerin, l'extrait de pommier de Sodome ne manifeste aucun effet, par contre l'extrait de l'armoise a un effet négatif sur ce paramètre. Pour le traitement par ingestion c'est l'inverse qui se produit. Les extraits de plantes testées ont une influence sur la prise de nourriture et sur l'excrétion. Les deux extraits réduisent significativement le potentiel reproducteur du criquet en provoquant une baisse du nombre d'oothèques par femelle pour les deux modes de traitement, et d'un nombre d'œufs déposés par oothèque chez les femelles traitées par ingestion avec les extraits, par contre ils ont aucun effet sur le nombre d'œufs pour l'essai contact. L'effet biocide des *C. procera* se répercute aussi sur la fertilité de l'insecte pour les deux modes de traitement. Cependant le traitement réalisé avec l'armoise a entraîné une augmentation du pourcentage d'éclosion des œufs avec l'essai contact et une inhibition totale avec le test ingestion.

**Mots clés :** Extraits éthanoliques ,*Calotropis procera* , *Artemisia judaica*, mortalité , DL50 ,TL50, *Schistocerca gregaria*, évolution pondérale, activité alimentaire, reproduction.

## Abstract

Evaluation of the insecticidal activity of ethanol extracts from *Calotropis procera* Ait. and *Artemisia judaica* against *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera: Acrididae)

The effect of ethanol extracts of two plants *Calotropis procera* and *Artemisia judaica*, were tested by contact and ingestion on mortality, feeding activity and reproductive potential of *Schistocerca gregaria* imagines. The results showed that the extracts cause high mortality and percent mortality of the adults and increases with dose. The LD50 time calculated show *C. procera* extracts are more effective than those of the two modes for *Artemisia* treatment. A review of lethal time 50 (LT50) for the average dose shows that the shortest time is obtained with the extract of apple of Sodom. On the effect of contact treatment on weight of male and female imagoes locust evolution extract apple of Sodom shows no effect against by the extract of *Artemisia* has a negative effect on the weight and treatment by ingestion the opposite trend is planted product. The extracts tested influence food intake and excretion. The two extracts significantly reduce the reproductive potential of locusts causing a decrease in the number of egg pods per female for the two modes of treatment, and the number of eggs laid by treated females egg capsule by mouth with extracts, by cons they have no effect on the number of eggs for the test contact. The biocidal effect of *C. procera* also affects the fertility of the insect for two modes of treatment. However, the treatment made with wormwood resulted in an increase in the percentage of hatching with test switch and complete inhibition with the ingestion test.

Keywords: ethanol extracts, *Calotropis procera*, *Artemisia judaica*, mortality, LD50, LT50, *Schistocerca gregaria*, weight evolution, feeding activity, reproduction.