UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences agronomiques
Spécialité : *Protection des végétaux*
Option : *Entomologie*

Thème

Bioactivité des extraits foliaires de *Pergularia tomentosa* L. *(Asclepiadaceae)* sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) *(Orthoptera-Acrididae)*

Présenté et soutenu publiquement par :

M.MESBAHI Zakaria

Devant le jury :

Président :	**M. IDDER M.A.**	**M.C.B.**	**Univ.K.M.Ouargla**
Promoteur :	**M. KEMASSI A.**	**M.A.B.**	**C.U. de Ghardaïa**
Co-promoteur :	**M. OULD ELHADJ M.D.**	**Pr**	**Univ.K.M.Ouargla**
Examinateur :	**M. KORICHI R.**	**M.A.B.**	**Univ.K.M.Ouargla**
	M^{eme}. SEKKOUR Y.	**M.A.B.**	**Univ.K.M.Ouargla**

Année Universitaire : 2010/2011

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et de suivre le chemine de la science.

Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude s'adressent à mon promoteur M KEMASSI A. (Maitre assistant B à l'institut des Sciences de la Nature et de la vie Centre Universitaires de Ghardaïa), pour avoir accepté de diriger ce travail, pour la grande patience, ses encouragements, ses orientations et ses conseils précieux.

Il m'est très agréable de remercier également M OULD EL HADJ M D. (Professeur au Département de Biologie de l'université KASDI MERBAH-Ouargla, vous qui me faites le grand honneur de Co-encadrer ce travail. Vous m'avez orienté, encouragé et conseillé; et vous m'avez fait bénéficier de vos connaissances et votre expérience scientifique.

Mes vives gratitudes à M.IDDER M A. Maitre de conférence B au Département de sciences agronomiques de l'université KASDI MERBAH-Ouargla, pour l'honneur qu'il ma fait de présider le jury de ce mémoire.

Mes remerciements vont aussi à Mme SEKKOUR. Y. (Maitre assistant A Département de sciences agronomiques de l'université KASDI MERBAH-Ouargla), et à M.KORICHI R. (Département de sciences agronomiques de l'université KASDI MERBAH-Ouargla) pour avoir acceptés de juger le présent travail.

J'adresse également mes sincères remerciements à tous les personnels

enseignants du département des sciences agronomiques et du département de biologie de l'université KASDI MERBAH-Ouargla,

Je ne saurai oublier tous mes collègues avec qui j'ai toujours su entretenir une ambiance chaleureuse et amicale.

Mes sincères remerciements vont également à Melle BOUZIANE N, Melle BUOAZIZ S., Melle BOUGHABA L. Melle BAHOU S, SAMIA, MARIAM, Merci pour le soutien, la disponibilité et pour l'encouragement.

A tous ceux que j'ai cité ou je n'ai pas pu citer, toutes mes excuses, que dieux vous bénisses et vous récompense. Amen !

ZAKARIA

Dédicace

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

Je dédie ce modeste travail:

A ma mère ZOUBEIDA (Omi) source d'affectation de courage et d'inspiration qui a autant sacrifié pour me voir atteindre ce jour.

A mon père, qui dieu ait pitié de lui.

Ames frère(Abderrahmane), seul la miséricorde de dieu.

A mes frères ABDELKARIM, ADEL, TAREK (Taleb), OUSSAMA et ses femme et ses fils.

A mes sœurs KARIMA et ses filles, ZOHRA, CHAFIKA.

A tout mes oncles et mes tantes.

A toute la famille de MESBAHI.

A tous mes ami(e)s du département d'agronomie, ainsi de la cité universitaire.

Une spéciale dédicace à mes collègues: Tahar M, Khayri F, , Salim T (cheikh),Ismail M, Amar B, Hamada B, Wassim D, Ali M, Ridha B, Kamal I, Sabri F, Mohsen B, Ilyas B, Ahmed B , Chouaib M, Hamami B, Talha M, Zakaria B (Kayas), Rafraf B, Nounou B, Moussa B, Zahran G, Younes B, Djamel M, Moustafa CH, Moustafa T, Djedid Z, Zaid B, Tarzi CH, Oussama O, Farok G, Iman H, Zohra CH, Fatima M ,Radja H, Hanifa I, Rachida D, Khadija F, Roumissa OU, Mariem B, Nisrin N, Hanan CH, Hanan B.

ZAKARIA

النشاط الحيوي للمستخلصات النباتية ل *Pergularia tomentosa*.L(Asclepiadaceae) على يرقات الطور الخامس و البالغين من *Schistocerca gregaria* (Orthoptera,Acrididae)

ملخص

النشاط الحيوي للمستخلصات النباتية ل *Pergularia tomentosa*(Asclepiadaceae) المقطوفة في وادي متليلي (شمال شرق الصحراء الجزائرية) على يرقات الطور الخامس وبالغي الجراد الصحراوي تتعلق الدراسة بتأثيرها على التغذي ,الوزن, التحور و الوفيات عند الجراد الصحراوي.

لوحظ فقدان في الوزن مقدار 12.58% لبالغي الجراد الحاج المغذى بأوراق الملفوف المغمورة في المستخلص الاسيتوني ل *Pergularia tomentosa* , في حين لوحظ تطور في وزن يرقات الطور الخامس ب70.01 %. لوحظ على يرقات الطور الخامس وبالغي الجراد الصحراوي التي تتغذى بأوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص المائي لهدا النبات تطور تدريجي في أوزانها, قدر ب30.01% ليرقات الطور الخامس وب04.19% عند البالغين. يرجع تدني والتطور المحدود في الأفراد المعالجة للتأثير الردعي للمستخلصات النباتية التي تم اختبارها. مما وما متوسط الاستهلاك اليومي المسجل عند يرقات الطور الخامس وبالغي الجراد الصحراوي المغذى بأوراق الملفوف المعالجة بالمستخلصات النباتية ل *Pergularia tomentosa* هو اقل تأثير مقارنة مما هو مسجل عند الأفراد في مجموعة الشاهد.

نسبة الوفيات المسجلة عند يرقات الطور الخامس وبالغي الجراد الصحراوي المعالجة بالمستخلص الاسيتوني تقدر ب33.33 % عند يرقات الطور الخامس و75.00 % عند البالغين ,أما بالنسبة لتلك المغذاة بأوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص المائي , فقدر ب 8.33 %و 41.57 % عند يرقات الطور الخامس وبالغي الجراد الصحراوي. بعد حساب زمن الوفاة50 (TL_{50}), لوحظ أن يرقات الطور الخامس أكثر حساسية مقارنة بالبالغين, قدر ب15.34 يوم بالنسبة ليرقات الطور الخامس وب22.87 يوم بالنسبة لبالغين الجراد الصحراوي المغذى بأوراق الملفوف المغمورة في المستخلص الاسيتوني ل *Pergularia tomentosa* , في حين قدر ب4558.91 يوما و 22.97 يوما عند يرقات الطور الخامس وبالغي الجراد الحج بالمستخلص المائي لهدا النبات الصحراوي.

الكلمات الدالة : النشاط الحيوي, *Pergularia tomentosa, Schistocerca gregaria*, الوفيات المستخلص الاسيتوني, المستخلص المائي , شمال الصحراء

Bioactivité des extraits foliaires de *Pergularia tomentosa* L. *(Asclepiadaceae)* sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) *(Orthoptera-Acrididae)*

Résumé

L'étude porte sur l'activité biologique des extraits foliaires de *Pergularia tomentosa* L. (*Asclepediaceae*) récoltée dans Oued Metlili (Sahara septentrional Est Algérien) vis-à-vis des larves L_5 et d'adultes de *Schistocerca gregaria.* Elle concerne leur action sur la prise de nourriture, le poids, la mue et la mortalité chez ce locuste du désert.

Les Adultes de *S. gregaria* mis en présence de feuilles de chou aspergées de l'extrait acétonique des feuilles de *Pergularia tomentosa* perdent 12,58% de leur poids initial, alors qu'un gain du poids de 70,01% est noté chez les larves L_5 nourris par des feuilles de choux traitées par le même extrait. Chez les individus adultes et larves L_5 nourris par les feuilles de choux traitées par les extraits aqueux, une amélioration progressive du poids est constaté, elle est de 32,01% pour les larves L_5 et 04,19% pour les imagos. La perte du poids constaté chez les individus des lots traitement émane de l'effet dissuasif des extraits testés sur la prise de nourriture. La moyenne de la consommation journalière rapportées chez les larves L_5 et adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de choux traitées par des extraits foliaires de *P.tomentosa* est plus faible comparativement à celle enregistrée chez les individus des lots témoins.

Le pourcentage maximal de la mortalité observée est de 33,33% et 75,00 % chez les larves L_5 et adultes de *S. gregaria* respectivement nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*, alors que chez les individus nourris aux feuilles de chou traitées de l'extrait aqueux, un taux de mortalité de 8,33% est rapporté pour les larves L_5 et de 41,67% pour les adultes. L'évaluation des temps létaux 50 (TL_{50}) montre que les larves L_5 sont plus sensibles à l'effet toxique que les adultes. Le TL_{50} évalué sont de 15,34 jours pour les larves L_5 et 22,87 jours pour les adultes nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait acétonique des feuilles de *Pergularia tomentosa*. Pour l'extrait aqueux, les TL_{50} évalués sont de 4558,91 jours pour les larves L_5 et de 22,97 jours pour les adultes de *S. gregaria.*

Mots clés : Activité biologique, *Pergularia tomentosa, Schistocerca gregaria,* mortalité, extrait acétonique, extrait aqueux, Sahara septentrional.

Bioactivity of *Pergularia tomentosa*.L (*Asclepiadaceae*) leaves extracts on the fifth stage larvae and adults of *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775)(*Orthoptera-Acrididae*)

Summary

The study focuses on the biological activity of leaves extracts of *Pergularia tomentosa*. L (*Asclepediaceae*) harvested in northern Sahara Wadi Metlili eastern Algeria on the L_5 larvae and adult *Schistocerca gregaria*. It concerns their action on food intake, weight, moult and mortality in the desert locust.

Adults of *S. gregaria* confronted with cabbage leaves sprayed with acetonic extract of *Pergularia tomentosa* leaves L_5 lost 12.58% of their initial weight, while a weight gain of 70.01% was noted in L_5 larvaes fed by cabbage leaves treated with saime extract. In adult individus and L_5 larvae, fed by cabbage leaves treated with aqueous extract, a progressive improvement of the weight is found, it is 30.01% for L_5 larvae and 04.19% for the imagos. Weight loss found in individuals batches treatment comes from the deterrent effect of extracts tested on food intake, average daily consumption reported in L_5 larvae and adults of *S. gregaria* fed cabbage leaves treated with leaf extracts of *P.tomentosa* is lower compared to those recorded in individus of the control groups.

The maximum percentage of mortality observed is 33.33% and 75.00% for L_5 larvae and adults of *S. gregaria* fed by cabbage leaves treated with acetonic extract of *P.tomentosa*, whereas in individus fed by on cabbage leaves treated with aqueous extract, a mortality rate of 8.33% is reported for L_5 larvae and 41.67% for adults. Evaluation of lethal time 50 (LT_{50}) shows that L_5 larvae are more sensitive to the toxic effects than adults. The TL_{50} is estimated to 15.34 days for L_5 larvae and 22.87 days for adults fed by cabbage leaves sprayed with the acetonic extract of *Pergularia tomentosa* leaves. Concercing the aqueous extract, the LT_{50} of 4558.91 days are evaluated for L_5 larvae and 22.97 days for adults of *S. gregaria*.

Keywords: Bioactivity, *Pergularia tomentosa*, *Schistocerca gregaria*, mortality, acetonic extract, aqueous extract, northern Sahara.

Table des matières

Introduction…….....10

Chapitre I-Aperçu bibliographique sur le Criquet pèlerin……...12

I.1.- Position systématique…….. .13

I.2.- Morphologie…….14

I.2.1.- Œufs……...14

I.2.2.- Larves ……14

I.2.3.- Imago …….14

I.2.3.1.- Imago grégaire…….14

I.2.3.2.- Imago solitaire…….15

I.3.-Cycle biologique…….....15

I.3.1.- Accouplement……16

I.3.2.- Ponte ……..16

I.3.3.- Nombre de générations chez *Schistocerca gregaria* …….17

I.4.- Aire de distribution du Criquet pèlerin……18

I.4.1- Aire d'invasion ……...18

I.4.2- Aire de rémission....……18

I.4.3- Aires grégarigènes…….19

I.5.- Facteurs de mortalité chez les acridiens …….20

I.5.1.- Facteurs abiotiques ....……20

I.5.1.1.- Température.……20

I.5.1.2.- Lumière .. ……20

I.5.1.3.- Eau 20

I.5.1.4.- Sol 21

I.5.1.5.- Vent 21

I.5.1.6.- Végétation 21

I.5.2.- Facteurs biotiques 21

I.5.2.1.- Prédateurs 21

I.5.2.1.1-Prédateurs des oothèques……21

I.5.2.1.Prédateurs des larves et des ailés……...22

I.5.2.2.- Arthropodes parasites et parasitoïdes……22

I.5.2.3.- Agents pathogènes 23

I.6.- Dégâts et importance économique……..23

I.6.1- Dégâts infligés par les acridiens……23

I.6.2.- Importance économique……...24

I.7.- Lutte antiacridienne…….....24

I.7.1.- Lutte préventive……...24

I.7.2.- Lutte mécanique……...25

I.7.3.- Lutte écologique……...25

I.7.4.- Lutte chimique…….26

I.7.5.- Lutte biologique……..26

Chapitre II-Méthodologie de travail…….28

II.1.- Principe adopté…….29

II.2.- Matériel d'étude……....29

II.2.1.- Matériel biologique……29

II.2.1.1.- Choix de la plante……29

II.2.1.1.1.- *Pergularia tomentosa L.*…….30

II.2.1.1.1.1.- Position systématique……...30

II.2.1.1.1.2.- Description botanique……..30

II.2.1.1.1.3- Usages……...30

II.2.1.2.- Choix de stades……...31

II.2.- Matériel utilisé au laboratoire……...32

II.3.- Préparation des extraits végétaux……....32

II.3.1.- Macération à l'acétone……...32

II.3.2.- Extraction par reflux dans une solution (méthanol/ eau)……..33

II.4.- Tests biologiques……..33

II.5.- Méthode d'exploitation des résultats……....34

II.5.1.- Calcul de la TL50……...34

II.5.2.- Calcul de coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa)…...35

II.5.3.- Calcul de l'indice de consommation (IC)……35

II.5.4.- Analyses statistiques (analyse de la variance "ANOVA")……35

Chapitre III-Résultats et discussion……37

III.1.- Action des extraits végétaux sur la prise de nourriture……....38

III.2.- Action sur la mortalité……42

III.3.- Temps létal 50 (TL_{50}) des différents extraits des plantes étudiées…..46

III.4.- Action des extraits végétaux sur le coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa)……...50

III.5.- Action des extraits végétaux sur la croissance pondérale……...51

III.6.- Action des extraits végétaux sur l'indice de consommation……..56

Conclusion…….59

Références bibliographiques……61

Annexes……..67

Résumés……71

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Consommation journalière (g) enregistrée chez les larves L_5 et adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de chou témoins et traitées par les extraits foliaires de *Pergularia tomentosa*	39
2	Analyse de la variance de l'effet des extraits végétaux sur la prise de nourriture chez les larves L_5 et adultes de *S. gregaria*	42
3	Cinétique de la mortalité journalière chez les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* mis en présence de feuille de chou témoin et traité par les extraits de *Pergularia tomentosa*	43
4	Mortalités corrigée et Probits correspondants en fonction du temps de traitement par les extraits de *Pergularia tomentosa* (M.C. : Mortalité cumulée)	47
5	Equations des droites de régression, coefficients de régressions et les valeurs de TL_{50} évaluées pour les extraits de *Pergularia tomentosa*	49
6	Valeurs moyennes du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDa) des différents extraits végétaux chez les adultes et les larves L_5 *S. gregaria*	50
7	Evolution pondérale des larves L_5 et adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de *Pergularia tomentosa*	53

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Étapes de développement de *Schistocerca gregaria*	17
2	Aire de distribution de *S. gregaria*	19
3	Actions de différents extraits végétaux sur la mortalité cumulée des larves L_5 de *S. gregaria*	44
4	Actions de différents extraits végétaux sur la mortalité cumulée des adultes de *S. gregaria*	44
5	Relation entre *Schistocerca gregaria* et les extraits de *P. tomentosa* en fonction du temps	48
6	Comparaison de pourcentage des variations moyennes du poids par apport au poids initial des larves L_5 et adultes de *S. gregaria* témoins et traités	55
7	Valeurs moyenne de l'indice de consommation évalué pour chaque extrait végétal et témoin chez les adultes et les larves L_5 de *S. gregaria*	57

Liste des photos

N°	Titre	Page
1	Larve solitaire du 5ème stade larvaire	15
2	Larve grégaire du 5ème stade larvaire	15
3	Imagos solitaire de *Schistocerca gregaria*	15
4	*Pergularia tomentosa* au stade fructification	31
5	Dispositif d'extractions de principe actif par reflux	33
6	Noircissement de la face ventrale d'une adulte de *S. gregaria* traité par l'extrait acétonique de *Pergularia tomentosa*	45
7	Noircissement de la face ventrale d'une larve de *S. gregaria* traité par l'extrait acétonique de *Pergularia tomentosa*	45
8	Noircissement de la face ventrale d'une adulte de *S. gregaria* traité par l'extrait aqueux de *Pergularia tomentosa*	45
9	Noircissement de la face ventrale d'une larve de *S. gregaria* traité par l'extrait aqueux de *Pergularia tomentosa*	45
10	Malformation chez les larves de *S. gregaria* traitées par l'extrait acétonique de *Pergularia tomentosa*	46
11	Malformation chez les larves de *S. gregaria* traitées par l'extrait aqueux de *Pergularia tomentosa*	46

Chapitre I- Aperçu bibliographique sur le Criquet pèlerin

Le Criquet pèlerin appartient à la catégorie des acridiens de type locuste qui présente le phénomène de polymorphisme phasaire. C'est à dire la possibilité de développer des aspects variés et réversibles selon la densité de la population. Schématiquement, on parle de phase solitaire pour les populations de faible densité et de phase grégaire pour les populations de forte densité. Il existe des formes intermédiaires dites transiens. Elles sont soit des transiens conregans dans le cas de passage de la phase solitaire vers la phase grégaire, passage qui demande en générale plusieurs générations (4 générations successives au minimum); ou de transiens degregans dans le cas d'un passage de la phase grégaire vers la phase solitaire. Ce passage est plus rapide et s'effectue souvent en l'espace d'une ou deux générations (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.1.- Position systématique

Le Criquet pèlerin ou le Criquet du désert *Schistocerca gregaria*, est un orthoptère faisant partie du sous–ordre des Caeliféres qui regroupe les individus possédant des antennes courtes ne dépassant guère la limite postérieure du pronotum. Il appartient à la famille des *Acrididae* où se retrouvent des espèces les plus redoutables aux cultures dont la sous famille des *Cyrtacanthacridinae* (LOUVEAUX et BENHALIMA, 1987). Pour GRASSE (1970) la position systématique du Criquet pèlerin est:

Embranchement : Arthropoda
Sous Embranchement : Mandibulata
Classe : Insecta
Sous classe : Pterygota
Super Ordre : Orthopteroidea
Ordre : Orthoptera
Sous Ordre : Cealifera
Super Famille : Acridiodeae
Famille : Acrididae
Sous famille : Cyrtacanthacridinae
Genre : *Schistocerca*
Espèce : *S. gregaria* (FORSKÅL, 1775)

D'après LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG (1997), *Schistocerca gregaria* est présent sous deux sous espèces: l'une nominative et la plus connue *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) et l'autre *Schistocerca gregaria flaviventris* (BURMIESTR, 1838), plus modestement répartie en Afrique du Sud-Ouest.

I.2.- Morphologie

I.2.1.- Œufs

Les œufs du criquet pèlerin ont une forme allongée, généralement incurvée. Au niveau du pôle animal (pôle postérieur), se trouve la zone hydropylaire par où pénètre l'eau et la zone micropylaire par où pénètre les spermatozoïdes les œufs. Ils ont une couleur d'abord jaune orange et translucides, deviennent opaques et beiges, parfois roses après avoir absorbé suffisamment d'eau dans le sol (DURANTON et LECOQ, 1990). Ils sont déposés dans le sol sous forme d'une oothèque grande et sans paroi, consolidée selon une disposition de type radiale. Leur taille oscille entre 7 et 8 mm de long, et de couleur jaune beige (POPOV *et al.*, 1990). Le nombre moyen d'œufs à la première ponte varie de 80 à 140 œufs chez les solitaires, alors qu'il est compris entre 40 à 70 œufs chez les grégaires (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989). Cependant les solitaires et les grégaires ont la même taille et la même forme générale (ANNIE-MONARD, 1991).

I.2.2.- Larves

Les larves solitaires se distinguent des larves grégaires par la pigmentation ainsi que la couleur verte caractérisant les larves solitaires. Aux stades les plus avancés le vert évolue en brun (photo1) (DURANTON et LECOQ, 1990).

Concernant les larves grégaires, les deux premiers stades sont essentiellement noirs. Le troisième est un mélange de rouge ou d'orange et de noir. Le quatrième et le cinquième stade comportent un mélange de jaune et de noir. Les stades 3 et 5 possèdent une tâche occipitale rouge (photo 2). Les larves de la phase transiens, possèdent une teinte générale identique à celle des grégaires mais le développement de la maculature, est plus ou moins accentuée (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.2.3.- Imago

I.2.3.1.- Imago grégaire

Les femelles mesurent de 50 à 60 mm de long et les mâles de 45 à 50 mm. Elles se distinguent par leur pronotum concave de profil; la coloration rose à rouge pour les imagos immatures jaunes chez les imagos matures et les yeux obscures portant 6 stries souvent indistinctes (PASTRE *et al.*, 1988).

I.2.3.2.- Imago solitaire

Les individus solitaires sont plus grands. Les femelles mesurent de 60 à 90 mm les mâles de 45 à 60 mm d'aspect robuste brun ou noir. Au cours de la maturation sexuelle, il y a un léger jaunissement des mâles. Les yeux portent 6 à 7 stries selon les stades larvaires accomplis (photo 3). Chez les grégaire ou les solitaire, le criquet pèlerin présente des antennes filiformes souvent indistinctes (PASTRE *et al.*, 1988).

Photo 1- Larve solitaire de 5ème stade larvaire (DURANTON et LECOQ, 1990)

Photo 2- Larve grégaire de 5ème stade larvaire (DURANTON et LECOQ, 1990)

Photo 3- Imagos solitaire de *Schistocerca gregaria* (DURANTON et LECOQ, 1990)

I.3.- Cycle biologique

Le Criquet pèlerin, comme tous les autres acridiens, passe par trois états successifs: œuf, larve et ailé. Les œufs sont pondus par les femelles. Lors de l'éclosion, naissent de jeunes criquets dépourvus d'ailes, appelés larves. Ces dernières se débarrassent de leur cuticule cinq à six fois pendant leur développement et leur taille s'accroît à chaque fois. 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) (figure1).

I.3.1.- Accouplement

Au début de la maturité sexuelle, les premiers accouplements sont marqués et vont se poursuivre durant la vie reproductive. Le mâle pratique l'embuscade. Quand une femelle passe à proximité, il saute sur elle et s'y agrippe au moyen de ses pattes antérieures et médianes. Le mâle, qui chevauche la femelle, glisse son abdomen sous celui de sa partenaire et s'accouple avec elle. La copulation dure de 3 à 14 heures (DE GREGORIO, 1996).

I.3.2.- Ponte

Après accouplement, la femelle cherche un endroit propice à la ponte et choisit en général un endroit sablonneux et frais. Elle creuse ensuite le sol avec son oviscapte qu'elle enfonce à la manière d'un taraud; son abdomen rendu turgescent et distendu peut s'enfoncer jusqu'à une profondeur de 7 cm environ, en moyenne, et quelque fois peut atteindre 15 cm (MALLAMAIRE et ROY, 1968). La femelle pond les œufs sous forme d'une masse ovigère appelée oothèque. Les œufs ressemblent à des grains de riz et sont disposés comme dans un régime de bananes miniatures. Lorsque la femelle a déterminé que l'humidité édaphique était suffisante, elle fore le sol avec les valves génitales situées à l'extrémité de son abdomen et dépose une masse ovigère. Elle ferme ensuite l'orifice de ponte par un bouchon spumeux. L'oothèque à une longueur de 3 à 4 cm et son extrémité supérieure se trouve à une de profondeur de 5 à 10 cm. Une telle profondeur nécessite une grande extension de l'abdomen de la femelle. Les oothèques de criquet pèlerin contiennent moins de 80 œufs en phase grégaire et entre 90 et 160 œufs en phase solitaire (SYMMONS et CRESSMAN, 2001). DE GREGORIO (1996) note que la durée de la ponte est entre 2 heures 45 minutes et 3 heures et va de:

- 1h 30 mn pour le forage du site de ponte dans le sol;
- 30 mn pour le dépôt des œufs;
- 1h pour le retrait de l'abdomen.

Peu après la ponte, l'œuf s'hydrate et augmente de volume. Les œufs doivent absorber l'équivalant de leur propre poids d'eau dans les cinq premiers jours après la ponte. Cela est suffisant pour leur permettre de se développer correctement et d'assurer l'éclosion (DURANTON et LECOQ, 1990). Selon LAUNOIS-LUONG et LECOQ (1993), la période d'incubation dure une dizaine de jours à 2 mois selon la température et l'humidité du sol.

I.3.3.- Nombre de générations chez *Schistocerca gregaria*

Une génération acridienne correspond à la succession des états qui relient un œuf de la génération parentale à un œuf de la génération fille (DURANTON *et al*. 1987). Dans les conditions écologiques favorables, le criquet pèlerin développe deux à trois générations par an et exceptionnellement quatre (DURANTON et LECOQ, 1990). APPERT et DEUSE (1982) et PASTRE *et al*. (1988), signalent chez cette espèce trois générations annuelles:

- Une génération estivale située dans la partie Sud de l'aire de distribution
- Deux générations hiverno-printanières auraient lieu dans la partie Nord de l'aire de distribution.

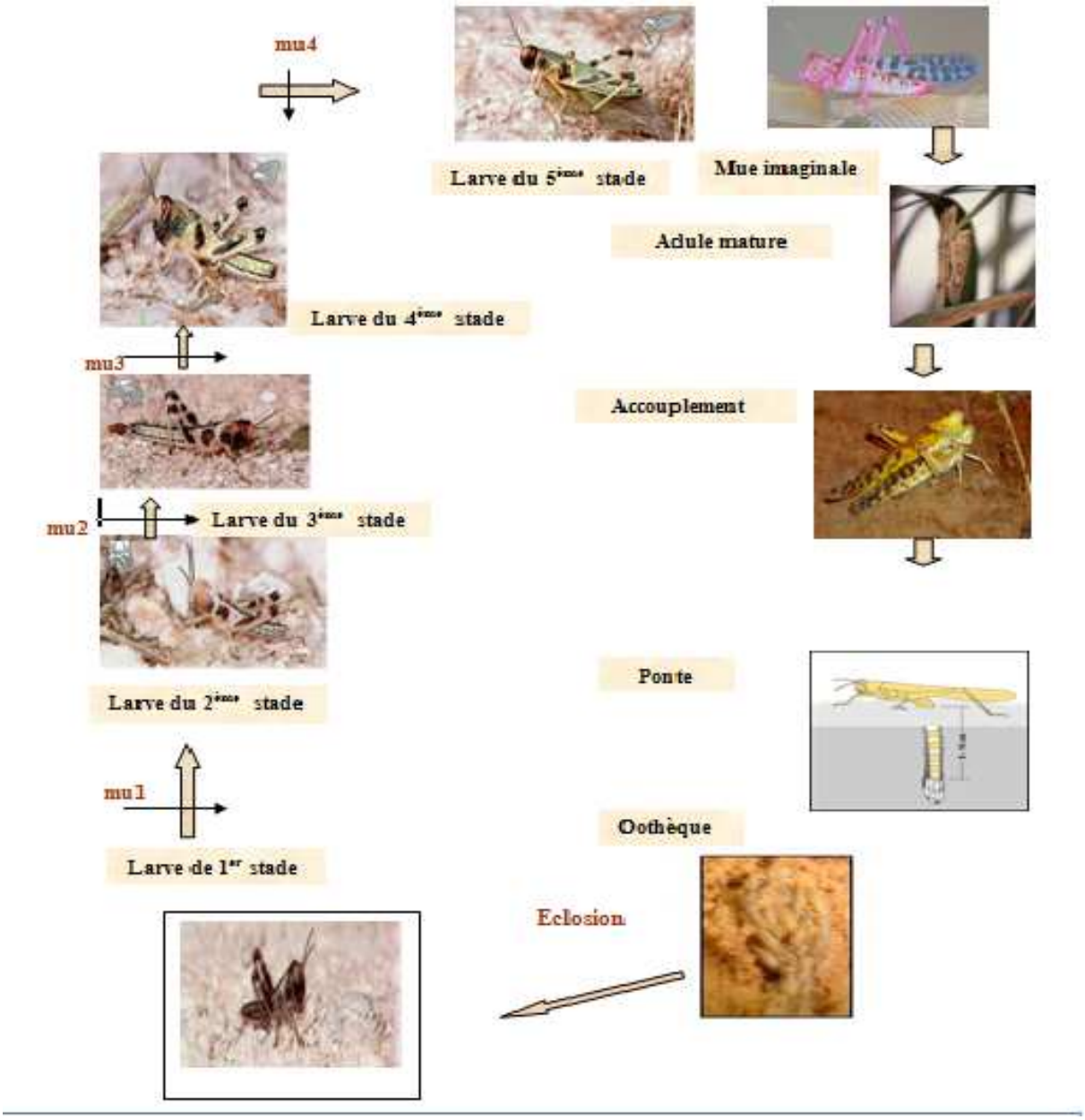


Figure 1- Etapes de développement de *Schistocerca gregaria*
(SYMMONS et CRESSMAN, 2001) (Modifie)

I.4.- Aire de distribution du Criquet pèlerin

L'aire de distribution du criquet pèlerin peut être classée en trois catégories principales, dont l'aire d'invasion, l'aire de rémission et l'aire grégarigène (LECOQ, 2004).

I.4.1- Aire d'invasion

Il présente l'aire maximum atteinte par les essaims de Criquet pèlerin durant les invasions (LECOQ, 2004). L'ensemble de l'aire d'invasion de cet acridien couvre une vaste superficie d'environ 29 millions de km^2, soit plus de 20% de terres émergées, en touchant la collectivité agricole de 57 pays d'Afrique et d'Asie (RAINA, 1991). Elle est limitée à l'Ouest par l'océan Atlantique, au Nord par la mer méditerranée et la mer Caspienne, à l'Est par la chaîne himalayenne et le Pakistan oriental, et enfin au Sud par l'océan indien sur la côte Est de l'Afrique (COPR, 1982). POPOV *et al.*, (1991) mentionnent que plus de la moitié de cette aire ne concerne que par l'invasion des essaims errants. Les zones de reproduction intéressent environ 13,6 millions de km^2. En Algérie, durant les périodes d'invasion, les essaims du Criquet pèlerin peuvent envahir tout le territoire national. Ils effectuent au moins deux générations selon les années, une automno-hivernale et l'autre plus fréquemment hiverno-printanière (GUENDOUZ-BENRIMA, 2005).

I.4.2- Aire de rémission

L'aire de rémission regroupe, l'aire où des populations solitaires ont été signalées durant les périodes de rémission (LECOQ, 2004). *S. gregaria* se trouve répartie en phase solitaire à des faibles densités sur une ceinture de 16 millions de km^2 des régions arides et semi-arides, s'étendant de l'Ouest Atlantique au Nord de l'Inde. Les biotopes favorables sont dispersés aux bords de massifs sahariens méridionaux et centraux (le Tibesti, l'Ennedi, le Tassili des Ajjers, le Hoggar, l'Adrar des Ifoghas, l'air du Tamesna-Aïr, l'Adrar mauritanien et le Tiriss Zemmour) (LAUNOIS LUONG et POPOV, 1992) (Figure 2). En Algérie, bien que durant les périodes de rémission, des populations de solitaires persistent de façon diffuse pratiquement toute l'année sur le territoire saharo-algérien, ce qui contribue à maintenir l'activité acridienne, l'aire de reproduction s'étale entre le Sahara central et le Sahara méridional, parfois au Sahara septentrional, sur une superficie d'environ deux millions de km^2. La reproduction est surtout associée aux régions de relief et d'écoulement du Sahara central, occidental ou septentrional, à la limite d'influence des pluies méditerranéennes. Seul le Sahara central et le Sahara méridional sont concernés par des reproductions régulières ou chroniques du Criquet pèlerin solitaire (POPOV, 1997; GUENDOUZ- BENRIMA, 2005).

I.4.3- Aires grégarigènes

Les aires grégarigènes sont des zones regroupant des foyers grégarigènes. Dans ces aires, des populations de locustes peuvent trouver certaines années des conditions écologiques favorables à une activité acridienne importante conduisant à la grégarisation et à la formation de bandes larvaires et des essaims d'ailés. Elles correspondent aux zones à surveiller et contrôler en priorité dans le cadre de la prévention (BALANÇA et DE VISSCHER, 1992; LECOQ, 2004). Les populations acridiennes se réfugient dans les zones grégarigènes suivantes:

- La frontière Indo-Pakistanaise où les systèmes de vents favorisent des concentrations importantes des populations;
- Le bord de la mer rouge et du golfe d'Aden où le régime des pluies peut fournir des conditions adéquates à la reproduction tout le long de l'année;
- Les bordures de certains massifs montagneux où les phénomènes d'écoulement favorisent la création de sites favorables (massif du Sahara central et méridional, bordure Sud de l'Atlas, bordure Ouest des montagnes de l'Oman, vallées de Mekrean au Pakistan et en Iran) (DURANTON et LECOQ, 1990). En Algérie, le Criquet pèlerin présente deux générations, une estivale au niveau du Sahara méridional (dans les zones d'épandage aux pieds des massifs montagneux), et l'autre hiverno-printanière dans le Sahara central. Ses deux générations sont influencées par les pluies étésiennes pour la première et aux dépressions provenant du Nord et de l'Atlantique pour la seconde (INPV, 1999; GUENDOUZ-BENRIMA, 2005).

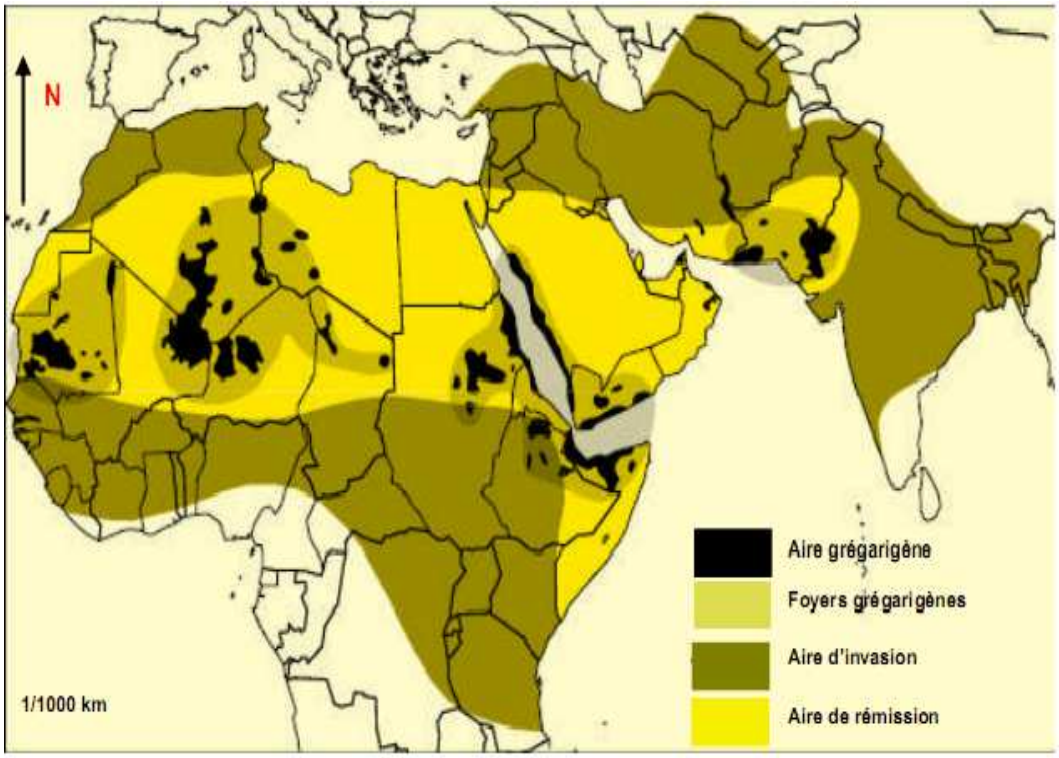


Figure 2.- Aire de distribution de *S. gregaria* (LECOQ, 2004)

I.5.- Facteurs de mortalité chez les acridiens

I.5.1.- Facteurs abiotiques

I.5.1.1.- Température

Les acridiens, comme tous les insectes, sont des poïkilothermes. C'est à dire des animaux à températures variables, donc très dépendant de la température ambiante. La possibilité de la régulariser est faible, encore que la température du corps puisse, par insolation directe, dépasser de 10 à 15°C la température externe. La température module l'activité générale des acridiens, la vitesse de développement et influe aussi sur le taux de mortalité. La température optimale de développement et les seuils de tolérance thermique varient d'une espèce à une autre. Pour le Criquet pèlerin, l'optimum de température est à partir de 23°C. Son excitation devient forte à 33°C; les sauts sont plus longs, la marche est plus rapide, les prises de nourriture sont plus fréquentes et de plus longue durée, le transit intestinal plus court au-dessus de 43°C. La mort survient à 51°C. A noter que l'optimum thermique varie de 30,5° C chez les larves à 39°C chez les ailés, sauf en période de ponte où il n'est pas plus de 29,5°C (DURANTON *et al.*, 1982).

I.5.1.2.- Lumière

En général, les acridiens sont attirés par les sources lumineuses, mais des différences importantes sont observées en fonction des espèces, du sexe et de l'état physiologique des individus. Au dessus du seuil de sensibilité qui est de 0,1 lux, la stimulation ou l'inhibition de l'activité des acridiens dépend de l'intensité de la lumière et de la sensibilité des individus (DURANTON *et al.*, 1982).

I.5.1.3.- Eau

En zone tropicale sèche, le facteur hydrique est souvent le principal facteur limitant l'évolution des populations acridiennes, revêtant différentes formes: pluie, rosée, brouillard, etc. L'eau exerce une influence directe ou indirecte**:**

- L'influence directe est particulièrement visible sur les œufs qui ont besoin d'absorber de l'eau juste après la ponte. Quant aux larves et aux ailés, ils recherchent une ambiance hydrique qui leur permettant de satisfaire leur équilibre interne en eau.
- L'effet indirect influe sur la végétation qui constitue le quasi totalité de l'alimentation des Acridiens. Selon que les plantes soient turgescentes ou non, les criquets équilibrent avec plus ou moins de facilité leur balance hydrique interne. La présence de certains prédateurs et parasites, ou les déclenchements d'épidémies, sont aussi en rapport avec l'ambiance hydrique (DURANTON *et al.*, 1982).

I.5.1.4.- Sol

Le sol, en tant que facteur édaphique, est un élément permanent dans l'environnement de l'acridien. Il joue un rôle sur l'ensemble des états biologiques, comme site de ponte, d'éclosion et de dispersion. Il est aussi le support des plantes dont les larves et les ailés se nourrissent (DURANTON *et al*., 1982; POPOV *et al*., 1990). *Schistocerca gregaria* recherche pour pondre en général des sols sableux meubles: en absence de ce dernier, des sols allant des argiles aux graviers fins peuvent être acceptés si l'oviscapte de la femelle peut pénétrer. Le facteur limitant est l'humidité du sol. Si elle fait défaut, la ponte n'a pas lieu ou bien les œufs périssent dans une terre trop sèche (DAJOZ, 1974).

I.5.1.5.- Vent

Le vent joue un rôle très important pour la migration des acridiens. Il arrive souvent que les grands acridiens migrateurs prennent la vitesse du vent. Par ailleurs, quand il est violent, il peut exposer les œufs qui seront soumis aux différents prédateurs. Ce phénomène est visible dans régions sahéliennes (DURANTON *et al*., 1982).

I.5.1.6.- Végétation

Les acridiens trouvent dans la végétation l'abri, le perchoir et la nourriture. La végétation constitue une sorte d'écran entre l'insecte et les conditions physico-chimiques et son environnement. Trois facteurs de différenciation interviennent dans la perception du tapis végétal: sa composition floristique, sa structure et son état phénologique. Les conditions d'environnement propres à chaque groupement végétal exercent un rôle dans la distribution des acridiens. Chaque espèce de criquet manifeste un choix dans ses biotopes pour satisfaire ses besoins relationnels, nutritionnels et reproducteurs (DURANTON *et al*., 1982).

I.5.2.- Facteurs biotiques

I.5.2.1.- Prédateurs

Les prédateurs désignent des organismes qui se nourrissent d'autres organismes vivants (BALANÇA et DE VISSCHER, 1992). Les acridiens font partie du régime alimentaire de plusieurs organismes vivants vertébrés et invertébrés.

I.5.2.1.1- Prédateurs des oothèques

Parmi les prédateurs des oothèques des acridiens, les *Curtonotidae*, dont *Cutonotum cuthbertsoni* a été observé sur des oothèques du Criquet pèlerin échantillonnés pré de la mer rouge. *Stomorina lunata (Calliphoridae)* est l'un des ennemis naturels les plus

importants du Criquet pèlerin. *Sparinus ornatus (Histeadae)* est attiré par les femelles du Criquet pèlerin en ponte. Cet histéride consomme ensuite les œufs et pond à leur tour à proximité de la ponte de locuste du désert (GREATHEAD *et al.*, 1994).

I.5.2.1.2.- Prédateurs des larves et des ailés

Les acridiens, en particulier les locustes, constituent une source attrayante de nourriture pour les prédateurs non spécialisés, vertébrés et invertébrés. Ces prédateurs peuvent devenir des causes importantes de mortalité et même éliminer des bandes de jeunes larves (GREATHEAD *et al*., 1994). Les oiseaux représentent le plus d'exemple d'espèces prédatrices de criquets (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994). Parmi les oiseaux prédateurs des acridiens, on peut citer: la cigogne, le milan, le faucon et l'aigle. GREATHEAD *et al*. (1994) mentionnent les scorpions, les punaises, les mouches, les galéodes, les mantes et les guêpes parmi les prédateurs des larves et des imagos des criquets. DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994) énumèrent un certain nombre d'invertébrés prédateurs des acridiens en Algérie dont des scorpions (*Androctonus mauritanicus, A. australis, A. amoreuxi, Buthus occitanus*; (Scorpionida-Buthidae), *Scorpio maurus* (Scorpionida-Chactidae) ennemis potentiels de *S. gregaria* au Sahara.

I.5.2.2.- Arthropodes parasites et parasitoïdes

Ce sont des organismes vivants qui dépendent une partie ou la totalité de leur vie, s'alimentent aux dépens d'un autre organisme (son hôte), sans entraîner forcement sa mort à court terme. Alors qu'un parasitoïde est un organisme vivant qui vit au dépend d'un autre organisme vivant (hôte) et qui le tue à la fin de son développement (BALANÇA et DE VISSCHER, 1992).

Parmi les parasitoïdes d'œufs d'acridiens, les Hyménoptères Scélionides sont les seuls connus, parasitoïdes vrais d'embryons de locustes et de sauteriaux. Le genre *Scelio* (*Hymenoptera*, *Scelionidae*) comprend de nombreuses espèces. Toutes sont des parasitoïdes d'œufs d'acridiens. Vingt-trois espèces d'Afrique ont été décrites et huit ont pu être élevées avec succès (DOUMANDJI et DOUMANDJI- MITICHE, 1994; LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997).

Les larves et les imagos des acridiens sont parasités par des mouches des familles suivantes: *Nemestrinidae*, *Sarcophagidae* et *Tachinidae*. Ils sont curieusement épargnés par les Hyménoptères parasitoïdes. En Asie comme en Amérique du Nord, ils sont aussi parasités par des *Muscidae* (*Acridomyia sp*.), ce qui n'est pas le cas dans les régions tropicales. Tout comme ces véritables parasitoïdes, d'autres Diptères peuvent se rencontrer sur des criquets morts ou qui viennent de mourir. Ces nécrophages sont des *Sarcophagidae* (*Sarcophaga* ou *Wohlfartia*) ou des *Phoridae* (GREATHEAD *et al*., 1994). DURANTON et *al*. (1982) affirment que ce taux de parasitisme par les larves de Diptères *Blaesoxipha*

peut atteindre 20 à 30% des effectifs des bandes larvaires de *S. gregaria.* Les nématodes sont représentés surtout par les *Mermis* à un certain stade de leur développement, ils abandonnent leur hôte et gagnent la terre humide. Ces parasites exercent une action frénatrice contre l'invasion de la sauterelle pèlerin (PASQUIER, 1952).

I.5.2.3.- Agents pathogènes

Les agents pathogènes sont des organismes provoquant des maladies. Ils semblent offrir de meilleures perspectives en lutte biologique, en particulier ceux qui peuvent être formulés pour être épandus comme bio-pesticides (GRETHEAD *et al*., 1994). Des protozoaires, des bactéries, des rickettsies, des virus et des champignons peuvent affecter les acridiens (KEVAN, 1992). PAPPILON et CESSIEX cités par ZERGOUN (1994) notent la présence d'une amibe *Malaneba locustae* (Microsporidia- Nosematidae) dans le tube de Malpighi du Criquet pèlerin provoquant, une atrophie du corps et un ralentissement de l'activité ovarienne. Certaines bactéries peuvent provoquer des épizooties sur les larves et les imagos de cet acridien. Des bactéries comme *Coccobacillus acridiorum* et *Micrococus acridicida,* sont signalées par LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG (1992) comme parasites des larves, ainsi que des bactéries du genre *Bacillus.* En effet, UVAROV a observé le champignon *Fusarium acridiorum* sur les imagos du Criquet pèlerin en Algérie (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994) citent *Metarhizium anisopliae*, *M. flovoviride*, *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina); trois champignons qui peuvent infecter les acridiens.

I.6.- Dégâts et importance économique

I.6.1- Dégâts infligés par les acridiens

Les dégâts infligés par les acridiens aux cultures et aux pâturages sont de diverses natures:

- Prélèvement alimentaire sur les feuilles, les fleurs, les fruits, les semences, les jeunes écorces, les pousses, les plantules;
- Blessures des plantes consécutives aux morsures. Elles ont deux conséquences dont l'ouverture d'une voie d'infection aux parasites et aux maladies végétales, et création d'une lésion (section des vaisseaux appauvrissant la plante en sève) entraînant une destruction des tissus 5 à 10 fois plus importante que la prise de nourriture elle-même;
- Souillure des surfaces foliaires par les déjections déposées. La photosynthèse en est perturbée. Les dégâts réels sont difficiles à quantifier; ils dépendent aussi du pouvoir de récupération de l'espèce végétale. Ce dernier est en relation avec l'état physiologique et phénologique de la plante au moment de l'attaque.

I.6.2.- Importance économique

Le Criquet pèlerin occupe une importance particulière suite aux caractéristiques qu'il possède entre autre sa grande mobilité, sa voracité, la fréquence élevée de ses invasions ainsi que sa large distribution. Etant phytophage, les dommages imputables se manifestent à différents stades de développement. 8% des dommages sont dus aux larves, 69% aux insectes immatures et 23% aux essaims d'insectes adultes (NUREIN, 1989; cité par ABBASSI *et al*, 2003).

En Algérie, en 1866, les pertes ont été estimées à 19.652.981 francs français (équivalent à 52 millions d'euros en 2003) et à 4.500.000 livres sterling en une seule saison en 1954-1955 au Maroc. Lors de la dernière invasion de 1987-1989 en Mauritanie, les pertes ont été estimées à environ 60% sur 200.000 hectares de pâturages attaqués, à 70% sur 200.000 hectares de cultures pluviales et à 50% sur 400.000 hectares de cultures irriguées. Au Niger, les pertes étaient évaluées à environ 500.000 ha de pâturage soit 50% de surface ainsi qu'au tiers du rendement, sur environ 12.000 hectares de cultures pluviales attaquées. En Algérie, pour la même période d'invasion, les pertes causées étaient estimées à 40.000.000 dollars américains (LECOQ, 2004; POPOV *et al.*, 1991).

Le bilan global des opérations de lutte antiacridienne pour la campagne 2003-2005 peut être estimé à environ 400 millions dollars américains (BRADER *et al.*, 2006). Le coût des opérations antiacridiennes lors de la dernière recrudescence de Juin 2003 à Août 2004 est estimé à 166 millions dollars américains (FAO-DLIS cité par LECOQ, 2005).

I.7.- Lutte antiacridienne

L'homme face aux intermittentes attaques et invasions des acridiens, a eu l'ingéniosité à toute une batterie de moyens de luttes: préventive, mécanique, écologique, chimique et biologique. La lutte antiacridienne s'effectue essentiellement à l'aide de pesticides chimiques. Cependant depuis quelques années, la tendance vise à développer beaucoup plus les méthodes biologiques pour des raisons essentiellement environnementales (VINCENT et CODERRE, 1992; LOMER et PRIOR ,1992).

I.7.1.- Lutte préventive

La prévention est la seule stratégie de lutte contre le Criquet pèlerin économiquement et écologiquement acceptable. De ce fait tous les moyenne doivent être mis en œuvre pour empêcher que les effectifs du Criquet pèlerin n'atteignent la masse critique de transiens au delà de laquelle le processus de grégarisation généralisé devient inversible (POPOV *et al.*, 1991). DURANTON et LECOQ (1990) mentionnent que l'objectif est d'évité le départ d'invasion car une fois déclenchée. Elle est très difficile à arrêter, même avec des opérations intensives de lutte curative, et alors le risque secondaire de traitement

acridicides pour l'environnement sont considérables compte tenue de surfaces concernées. La stratégie de lutte préventive contre le Criquet pèlerin se résumé en trois étapes:

- Les surveillances des conductions écologiques dans les aires potentielles de reproduction et de grégarisation ;
- L'organisation des prospections ariennes et terrestres dans les aires devenues potentiellement favorables à la suite des précipitations abondantes;
- La lutte contre toutes les populations de criquets pèlerins dépassant un certains seuil, principalement dans les biotopes réputés pour constituer de foyers grégarigènes (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.7.2.- Lutte mécanique

Les méthodes de lutte mécanique contre les acridiens sont les plus anciennes (DURANON *et al*. 1982). Ces méthodes consistent à creuser des tranchés pour que les larves y tombent ou à les balayer avec des branchages. Elles sont parfois utilisées, en dernier recours, pour essayer de protéger la culture. Elles peuvent éviter quelques dégâts si l'infestation acridienne est légère, mais elles ont peu d'effet sur la population acridienne totale de la région et elles peuvent échouer à protéger les cultures quand de nombreux criquets envahissent les champs de façon continue. Il arrive qu'on bêche ou on laboure les champs de ponte. Mais il est difficile de trouver un grand nombre de champs de ponte sans disposer d'une très bonne information sur les sites de ponte des essaims (DOBSON, 2001).

I.7.3.- Lutte écologique

La lutte écologique consiste à utiliser tous les moyens naturels pour empêcher la pullulation d'une espèce ravageuse, par exemple, en modifiant l'environnement de l'acridien dans un sens qui lui est défavorable (LETCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). DURATON *et al*. (1987) citent :

- Inondation temporaire de certains sites de reproduction;
- Labourage des sols indures;
- Reforestation des clairières;
- Semis des plantes répulsives ;
- Suppression des jachères.

L'inconvénient de cette forme de lutte réside dans la difficulté de son application à grande échelle.

I.7.4.- Lutte chimique

La lutte chimique consiste à atteindre les criquets ravageurs directement ou indirectement (par empoisonnement de la végétation), au moyen de substances actives, naturelles ou de synthèse, pour les tuer ou les faire fuir (DURANON *et al*., 1987). La lutte chimique actuellement, est la seule arme disponible pour traiter les fléaux acridiens de grande ampleur à l'échelle locale, nationale et internationale. Néanmoins, elle doit être employée à bon escient et les traitements doivent être réalisés dans le respects des règles de bon usage (LAUNOIS LUONG *et al*., 1988). Pour tuer les criquets, il faudrait utiliser les produits les plus spécifiques des organismes cibles, tout en choisissant ceux qui sont aussi peu dangereux que possible pour l'homme et le milieu. Malheureusement, les insecticides ne sont jamais strictement acridicides (qui ne tuent que les acridiens) et l'on prend toujours le risque de détruire les pollinisateurs (auxiliaires indispensables à la fécondation de nombreuses plantes), les coprophages (reminéralisation du sol par enfouissement et transformation de la matière organique contenue dans les excréments du bétail) et bien d'autres insectes dont le rôle, est si essentiel aux agro-systèmes (OULD EL HADI *et al.*, 2007).

En Algérie, les pesticides utilisés dans la lutte antiacridienne appartiennent principalement à trois classes chimiques: composés organiques du Phosphore, des Carbamates et des Pyréthrinoïdes (KHIDER, 1999). Deux formulations sont utilisées dans la lutte antiacridienne, la formulation ULV (ultra bas volume) et la formulation EC (conventionnel émulsionnable). La formulation ULV est utilisée en dehors des zones cultivées, dans les oueds et les hamadas en plein désert, vue sa grande phytotoxicité. Tandis que dans les zones cultivées, il est préconisé d'utiliser la formulation EC, qui nécessite son mélange avec l'eau ce qui est disponible dans les exploitations agricoles, contrairement aux zones désertiques en plus de sa faible phytotoxicité.

I.7.5.- Lutte biologique

L'idée d'utiliser les ennemis naturels pour lutter contre les criquets est très ancienne. En conditions naturelles, les acridiens sont la proie de quantités de prédateurs et d'hôtes de parasites et de maladies. Bien que l'action des agents biologiques soit discrète et ponctuelle comparée aux effets des facteurs climatiques, il arrive que localement, les acridiens puissent être totalement éliminés par leurs ennemis naturels (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). La lutte biologique consiste généralement à l'utilisation contrôlée d'ennemis naturels contre un organisme pour le détruire entièrement ou au mois limiter son expansion démographique (DURANTON *et al*., 1987).

La lutte biologique contre les Orthoptéroides nuisibles en particulier les acridiens s'exerce principalement par l'utilisation de leurs ennemis naturels: parasites, prédateurs et agents pathogènes (KEVAN, 1992; GREATHEAD *et al.*, 1974), aussi certaines plantes

possèdent des propriétés acridicides ou acridifuges (LOMER et PRIOR, 1992).

Deux mycopesticides sont homologués et utilisés dans la lutte contre les acridiens. Le premier est obtenu à partir de spores *Metarhizium anisopliae var. acridum* Isolat FI-985 commercialisé sous le nom *Green Guard,* a montré une efficacité particulière contre le Criquet migrateur oriental *Locusta migratoria manilensis* (R & F, 1850*) (Orthoptera, Oedipodinae).* En Australie une préparation d'une dose faible à modérée de 25 à 50g/ha a entraîné un taux de mortalité de 76 à 97% dans un délai de huit à onze jours (HUNTER, 2007). Le second (*Green muscle*), est à base de *Metarhizium anisopliae var. acridum* Isolat IMI-330189. Il est bien utilisé contre le Criquet pèlerin où il fait l'objet d'études et d'essais sur le terrain. Le *green muscle* s'est avéré efficace contre le Criquet pèlerin durant les périodes d'activités acridiennes intenses (PAN, 2006; FAO, 2007).

En outre, plusieurs espèces végétales sont investies pour leur action acridicide pour une éventuelle utilisation dans la lutte contre les phytophages. Le Milia, le neem, le Harmel, l'eucalyptus, le pommier de sodome, etc. sont les plus étudiés. Le margousier ou le neem (*Azadirachta indica, Miliaceae*) est l'espèce étudiée depuis 1937 suite à la révélation de scientifiques d'origine indous rapportant qu'il peut enrayer une infestation de sauterelles en répandant sur les récoltes un extrait de feuilles de neem. Des recherches subséquentes, notent la présence d'un limonoïde, I'azadirachtine comme étant le principe actif le plus important dans l'activité antiappétante du margousier (PHILOGENE, 1991). SIEBER et REMBOLD (1983), étudiant les effets de l'azadirachtine sur le dernier stade larvaire de *Locusta migratoria* L., en plus de l'action antiappétante, constatent une interférence dans le système endocrinien qui se traduit par des effets morphogénétiques ou bien par le blocage de la synthèse de l'hormone juvénile au niveau de Corpora allata et de l'ecdysone au niveau de la glande prothoracique ou bien par l'inhibition des secrétions de cellules protocérébrales (GIRARDIE et GRANIER, 1973; PHILOGENE, 1991).

III- Résultats et discussion

III.1.- Action des extraits végétaux sur la prise de nourriture

Les quantités moyennes exprimées en gramme quotidiennement ingérées par les larves du cinquième stade et par les adultes de *S. gregaria* sont consignées dans le tableau 1. Il apparaît au vu des résultats une différence dans la consommation entre les lots nourris par des feuilles de *B. oleracea* traitées aux extraits foliaires de *P. tomentosa* et le témoin d'une part, et en fonction des extraits végétaux d'autre part. Il est noté qu'au niveau des différents lots traités, la moyenne des consommations journalières, est faible comparativement aux lots des individus témoins. Chez les larves L_5 nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait acétonique de *P. tomentosa,* la moyenne des consommations journalières, est de 1,01±0,76g par jours. Elle est de l'ordre de 0,82±0,37g par jours chez les individus adultes, alors que chez les individus des lots témoins (acétone), elle est de 1,50±0,54g par jours et 1,06±0,45g par jours chez larves L_5 et les individus adultes de *S. gregaria* respectivement. De même, chez les larves L_5 et les adultes nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux de *P. temontosa*, les individus traités consomment moins, la moyenne de consommation journalière étant plus faible comparativement à celles rapportées chez les individus nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait aqueux de *P. tomentosa.* Elle va de 0,71±0,49g par jours chez les larves L_5 et de 0,72±0,31g par jours chez les adultes. Bien que, la moyenne des consommations enregistrées chez les individus du lot témoin (eau) est plus appréciable. Ces prises de nourriture, sont de 1,44±0,58g par jours chez les larves L_5 et de 0,92±0,79g par jours chez les adultes de ce locuste du désert. OULD EL HADJ *et al.* (2006), rapportent dans des études sur la toxicité de l'extrait acétonique de neem *Azadirachta indica* (Miliaceae) sur les larves L_5 et adultes de *S. gregaria,* une prise de nourriture nulle. Cela est dû à l'effet anti-péristaltique du neem au niveau du canal alimentaire des criquets qui a pour conséquence l'inhibition de la consommation des surfaces foliaires traitées par l'extrait de neem. Cependant, les feuilles de chou imbibées d'extrait acétonique de *Pergularia tomentosa* sont plus consommées que l'extrait aqueux de *P. tomentosa.* Il est constaté que les larves du cinquième stade de *S. gregaria,* consomment beaucoup plus que les individus adultes. Par ailleurs, il y a lieu de noter que la prise de nourriture des individus dans l'ensemble des lots traités, est beaucoup plus faible par apport à celle enregistrée chez les individus des lots témoins de larves L_5 et des adultes. Ce refus de consommer les feuilles de chou imbibées par les extraits végétaux de la plante teste, indique la présence des substances chimiques inhibant par conséquent la prise de nourriture du Criquet pèlerin. FELLOWS *et al*. (1986), signalent la présence des alcaloïdes polyhydroxylés chez les Euphorbiaceae, ses composés inhibent le métabolisme des sucre, et se sont des excellents anti-appétant pour divers insectes dont les Orthoptères. (ABBASSI *et al.* 2003), notent que cette contrarie, est due à la présence des alcaloïdes exerçant un fort pouvoir anti-appétant sur le Criquet pèlerin.

Tableau 1: Consommation journalière (g) enregistrée chez les larves L_5 et les adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de chou témoins et traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa*

Temps (jours)	Lots expérimentaux							
	Témoins (acétone)		Extrait acétonique		Témoins (eau distillée)		Extrait aqueux	
	L_5 Moyenne	Adulte Moyenne	L_5 Moyenne	Adulte Moyenne	L_5 Moyenne	Adulte Moyenne	L_5 Moyenne	Adulte Moyenne
1	2,436±0,443	0,916±0,438	1,568± 0,341	0,71±0,21	1,669±0,505	1,03±0,80	1,844±0,712	0,700±0,337
2	2,490±0,345	1,033±0,320	1,442±0,784	0,43±0,13	2,553±0,505	0,83±1,08	1,659±0,881	0,289±0,184
3	2,471±0,440	1,206±0,363	1,215±0,559	0,96±0,28	2,346±0,398	0,50±0,61	1,429±0,836	0,457±0,189
4	2,359±0,312	1,237±0,789	1,159±0,906	0,82±0,28	1,924±0,774	0,72±0,87	1,446±1,076	0,778±0,211
5	1,906±0,928	1,457±0,533	1,017±0,962	0,96±0,51	1,666±0,802	0,98±0,83	1,302±1,132	0,905±0,296
6	0,996±0,926	1,214±0,784	0,580±0,552	0,90±0,39	0,928±0,909	1,13±0,41	1,170±1,360	0,547±0,162
7	0,193±0,562	1,264±0,566	1,148±1,106	0,80±0,19	0,084±0,176	0,81±0,63	0,321±0,400	0,574±0,230
8	0,658±0,931	1,751±0,916	0,881±0,929	1,13±0,45	0,369±0,591	1,25±1,04	0,000±0,000	0,520±0,301
9	0,00±00	1,231±0,602	1,156±0,955	0,90±0,59	Imago	1,04±0,88	0,00±00	0,501±0,211
10	Imago	1,265±0,492	0,719±0,783	0,71±0,16	Imago	0,85±0,90	0,00±00	0,907±0,245
11	Imago	1,305±0,504	0,253±0,437	0,67±0,17	Imago	1,39±0,91	0,00±00	0,771±0,150
12	Imago	1,486±0,551	Imago	0,88±0,17	Imago	1,30±0,95	0,00±00	0,484±0,195
13	Imago	1,340±0,412	Imago	1,23±0,35	Imago	1,10±1,24	0,00±00	0,227±0,178
14	Imago	1,124±0,336	Imago	0,85±0,42	Imago	0,90±0,96	Imago	0,552±0,179

15	Imago	0,872±0,433	Imago	0,88±0,37	Imago	1,01±0,76	Imago	0,463±0,272
16	/	1,035±0,291	/	0,83±0,30	/	0,95±0,85	/	0,663±0,292
17	/	0,959±0,552	/	0,44±0,37	/	1,04±0,64	/	0,869±0,219
18	/	0,991±0,352	/	0,80±0,31	/	0,73±0,63	/	0,917±0,594
19	/	0,959±0,357	/	0,89±0,69	/	1,09±0,90	/	0,562±0,153
20	/	0,920±0,860	/	0,67±0,84	/	1,01±0,84	/	0,680±0,572
21	/	0,754±0,315	/	0,78±0,41	/	1,03±0,80	/	0,757±0,279
22	/	1,026±0,142	/	1,22±0,72	/	1,11±1,09	/	0,821±0,439
23	/	0,390±0,239	/	0,40±0,43	/	1,08±0,90	/	0,985±0,594
24	/	1,279±0,250	/	1,12±0,47	/	0,87±0,81	/	1,013±0,367
25	/	0,740±0,302	/	0,72±0,08	/	1,05±0,89	/	1,328±0,875
26	/	0,205±0,156	/	0,11±0,11	/	1,04±0,93	/	0,811±0,385
27	/	1,164±0,397	/	1,54±0,28	/	0,53±0,37	/	1,137±0,608
28	/	0,521±0,285	/	0,12±0,12	/	0,49±0,35	/	0,751±0,266
29	/	1,155±0,370	/	1,03±0,62	/	0,34±0,20	/	0,833±0,122
30	/	1,002±0,464	/	0,98±0,61	/	0,41±0,53	/	0,855±0,189

L'analyse de la variance à un critère de classification effectués pour l'évaluation de l'effet des extraits végétaux sur la prise de nourriture chez les individus de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa* montre une différence significative ($F = 4,77$; $p<0,05$) dans la consommation rapportée chez les larves L_5 et très hautement significative ($p<0,001$) chez les adultes. Pour les individus de *S. gregaria* nourris par les feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux de *P. tomentosa* (tableau 2), l'analyse de la variance laisse apparaître une différence hautement significative ($p<0,01$) chez les adultes nourris par des feuilles de choux imprégnées dans l'extrait aqueux de *P. tomentosa* comparativement au témoin, alors que chez les larves L_5, il est constaté l'inexistence d'une différence significative entre la consommation rapportée chez les individus traités comparativement aux témoins. Chez les acridiens en particulier chez le Criquet pèlerin, la faim et/ou la soif peuvent induire un comportement alimentaire inhabituel, il est constaté que certains individus affamés et assoiffés mordent les feuilles de chou traitées, mais s'arrêtent aussitôt. La soif et la faim poussent souvent les criquets à consommer certaines plantes peu propices au développement. BARBOUCHE *et al.* (1995) cité pax MOUMEN (1997), signalent qu'il arrive que certains plantes toxiques soient consommées par les insectes notamment par le Criquet pèlerin lorsqu'ils ont assoiffé ou sont affamés. BENHALIMA *et al.* (1984), mentionnent que le Criquet marocain *Dociotaurus marocanus L.* (Orthoptera- Acridideae) au moment de l'assèchement du couvert végétal augmente sa fréquence de consommation sur *Scorzonera pygmaea L.* (Asteraceae), plante qui reste verte mais qui affecte le développement ovarien de cet insecte. La reconnaissance chimique de la plante hôte, par l'insecte est le fait d'organes sensoriels situés sur les antennes ou encore sur les pièces buccales. Chez les Criquets la prise nourriture est précédée d'une séquence comportementale de reconnaissance. Généralement le criquet explore la surface de la feuille avec ses palpes maxillaires avant de mordre, le rejet du végétal s'effectue habituellement après la morsure. Toute fois, chez *Locusta migratoria* et *Schistocerca gegaria*, il peut y avoir rejet de la plante inhabituelle juste après l'étape de palpation et sans morsure. Ce comportement résulte d'une sorte d'apprentissage, l'insecte associant le stimulus enregistré par ses palpes avec le rejet qui suit les premières morsures (LE GALL, 1989).

Tableau 2 - Analyse de la variance appliquée aux extraits végétaux sur la prise de nourriture chez les larves L_5 et les adultes de *S. gregaria* (DL: Degré de liberté; SC: Somme des carrés; CM: Carré moyen; F_{obs}.: F observé ou calculé; P: probabilité; NS: effet non significatif ; *: effet significatif ; ** : effet hautement significatif ; *** : effet très hautement significatif).

Lot	Stade	Source	DL	SC	CM	F_{obs}	P	Signification
Extrait acétonique	Larves L_5	Facteur	1	2,117	2,117	4,77	0,043	*
		Erreur	17	7,550	0,444			
		Total	18	9,667				
	Adulte	Facteur	1	2,306	2,306	11,38	0,001	***
		Erreur	70	14,187	0,203			
		Total	71	16,494				
Extrait aqueux	Larves L_5	Facteur	1	2,689	2,689	4,05	0,059	NS
		Erreur	19	12,628	0,665			
		Total	20	15,318				
	Adulte	Facteur	1	0,5906	0,5906	9,35	0,003	**
		Erreur	58	3,6652	0,0632			
		Total	59	4,2558				

III.2.- Action sur la mortalité

Le tableau 3 regroupe l'évolution temporelle des pourcentages de mortalité cumulée enregistrée au niveau des lots témoins et traités par les extraits foliaires de *P. tomentosa.* Les résultats laissent apparaître une efficacité insecticide aussi bien chez les larves du cinquième stade que chez les adultes. Les individus nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique du *P. tomentosa* présentent un taux mortalité maximal de 33,33% pour les L_5, alors que chez les adultes il est de 75%. Pour les individus de *S. gregaria* nourris par des feuilles de *Brassica olearacea* traitées par d'extraits aqueux de feuilles de *Pergularia tomentosa*, la mortalité la plus élevée enregistrée chez les larves L_5 est de 8,33% et de 41,67% chez les adultes. Par ailleurs, aucune mortalité n'est notée chez les individus des lots témoins (figure 3 et 4). Certes, les conditions de laboratoire, la mortalité est différente de celle qui peut survenir dans des conditions naturelles où les larves des différents âges et les adultes sont soumis à des amplitudes

Tableau 3- Cinétique de la mortalité journalière chez les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* mis en présence de feuille de chou témoin et traitée par les extraits de *P. tomentosa*

Temps (jours)	***B. oleracea* traité par extrait acétonique**				***B. oleracea* traité par extrait aqueux**			
	Témoins		**Traitement**		**Témoins**		**Traitement**	
	L_5	Adulte	L_5	Adulte	L_5	Adulte	L_5	Adulte
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	8,33
5	0	0	0	0	0	0	0	8,33
6	0	0	08,33	0	0	0	0	8,33
7	0	0	16,67	0	0	0	0	8,33
8	0	0	16,67	0	0	0	0	8,33
9	0	0	33,33	0	0	0	0	8,33
10	0	0	33,33	08,33	0	0	0	8,33
11	0	0	33,33	41,67	0	0	0	8,33
12	0	0	33,33	41,67	0	0	0	8,33
13	0	0	33,33	41,67	0	0	0	8,33
14	0	0	33,33	41,67	0	0	8,33	8,33
15	0	0	33,33	41,67	0	0	8,33	8,33
16	-	0	-	41,67	-	0	-	8,33
17	-	0	-	41,67	-	0	-	16,67
18	-	0	-	41,67	-	0	-	33,33
19	-	0	-	41,67	-	0	-	33,33
20	-	0	-	41,67	-	0	-	33,33
21	-	0	-	50	-	0	-	33,33
22	-	0	-	50	-	0	-	33,33
23	-	0	-	50	-	0	-	33,33
24	-	0	-	50	-	0	-	41,67
25	-	0	-	58,33	-	0	-	41,67
26	-	0	-	66,67	-	0	-	41,67
27	-	0	-	66,67	-	0	-	41,67
28	-	0	-	66,67	-	0	-	41,67
29	-	0	-	66,67	-	0	-	41,67
30	-	0	-	75	-	0	-	41,67

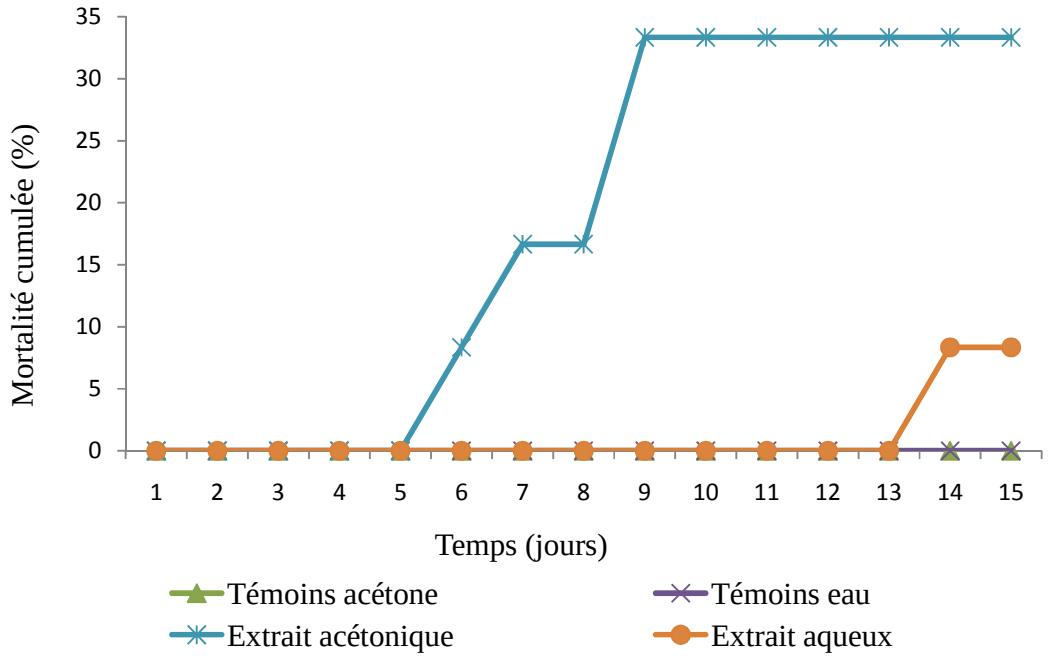


Figure 3- Action des extraits sur la mortalité cumulée des larves L_5 de *S.gregaria*

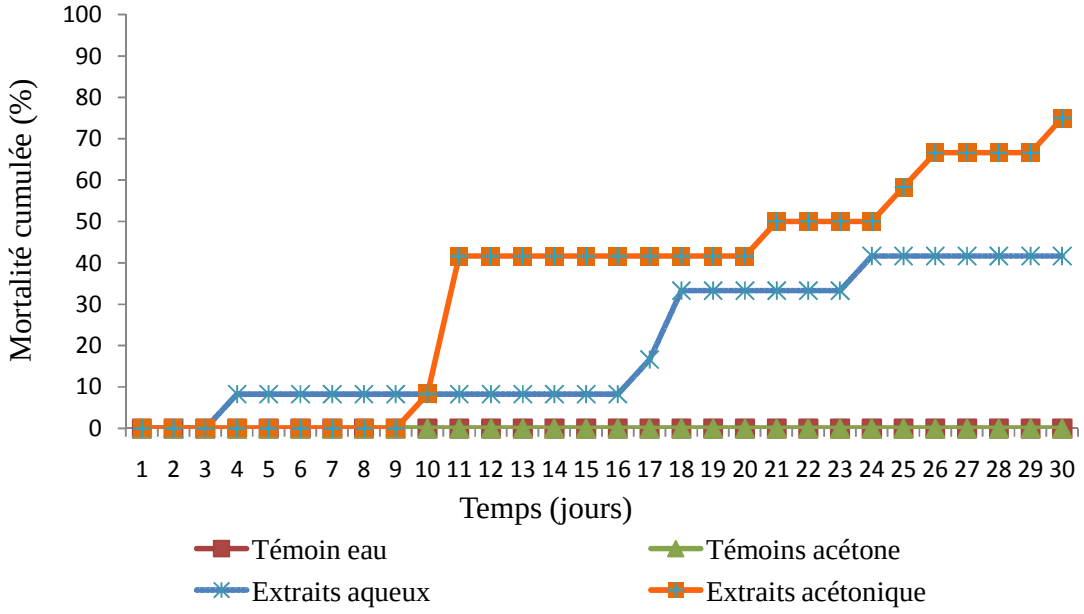


Figure 4 -Action des extraits sur la mortalité cumulée des adultes de *S. gregaria*

thermiques importants, à l'action du vent, de la pluie et autres facteurs climatiques. Les manipulations journalières que subissent les larves et même les imagos, occasionnent des blessures aux différents individus, notamment des larves et provoquent une mortalité artificielle qui reste difficile à évaluer en condition de laboratoire. Il a été remarqué, chez les individus traités par les extraits foliaires de *P. tomentosa* quelques heures après leur mort, un noircissement de la face ventrale au niveau de l'intestin moyen ou mésontéron (photo 6, 7,8 et 9). En outre, le phénomène de la mue est rompu chez les larves L_5 nourris par des feuilles de choux traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa*, aboutissant ainsi à des malformations observées chez les ailés mués (photo 10 et 11). OULD EL HADJ *et al.* (2006), dans les mêmes conditions expérimentales, avec l'extrait acétonique d'*Azadirachta indica* sur les larves L_5 de *S. gregaria*, notent un noircissement du mésontéron après la mort des individus. Ces mêmes symptômes ont été observés par KEMASSI (2008), où il a observé le noircissement de la face ventrale des larves L_5 et adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait foliaire à l'acétone de *Peganum harmala* L. (*Zygophyllaceae*) et d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (*Euphorbiaceae*).

Photo 7- Noircissement de la face ventrale d'une adulte de *S.gregaria* traité par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*

Photo 6 - Noircissement de la face ventrale d'une larve L_5 de *S.gregaria* traité par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*

Photo 9 - Noicrissement de la face ventrale d'un adulte de *S. gregaria* traité par l'extrait aqueux de *P. tomentosa*

Photo 8 - Noicrissement de la face ventrale d'une larve de *S. gregaria* traitée par l'extrait aqueux de *P. tomentosa*

Photo 10 – Malformation chez une larve L_5 de *S. gregaria* traitées par l'extrait aqueux de *P. tomentosa*

Photo 11 – Malformation chez une larve L_5 de *S. gregaria* traitée par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*

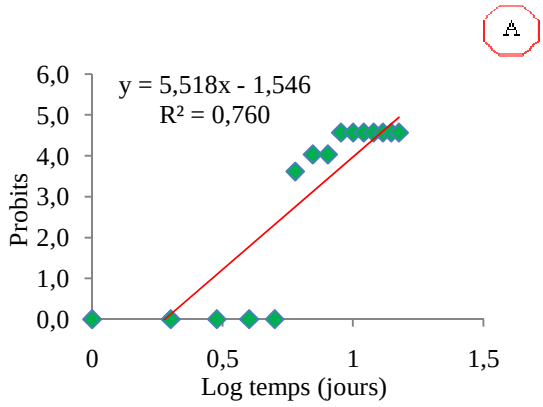
III.3.- Temps létal 50 (TL_{50}) des différents extraits foliaires de la plante étudiée

Les temps létaux 50 (TL_{50}) ont été estimés en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps de traitement. Les méthodes d'analyse de survie permettent d'associer la fréquence et le délai de survie de l'événement étudié qui est la mort des insectes. Le temps qui s'écoule entre le début du traitement et la date de la dernière observation est étudiée. Les mortalités et les probits correspondants sont illustrés dans les tableaux 4 et 5.

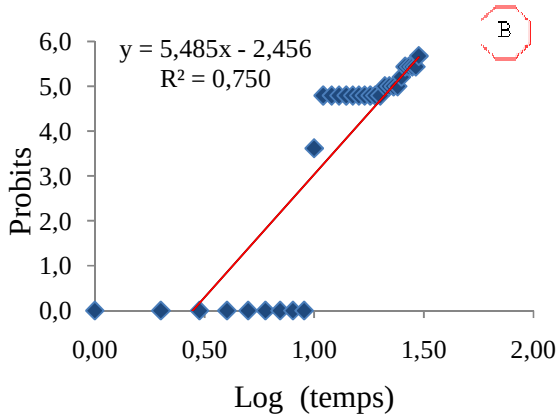
Tableau 4- Mortalités corrigée et Probits correspondants en fonction du temps de traitement par les extraits de *P. tomentosa* (M.C. : Mortalité cumulée)

Temps (jours)	Log temps	Extraits Acétonique				Extraits Aqueux			
		MC(%)		Probits		MC(%)		Probits	
		L5	Adultes	L5	Adultes	L5	Adultes	L5	Adultes
1	0	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000
2	0,301	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000
3	0,477	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000
4	0,602	0	0	0	0	0	8,333	0	3,617
5	0,699	0	0	0	0	0	8,333	0	3,617
6	0,778	8,333	0	3,61678	0	0	8,333	0	3,617
7	0,845	16,667	0	4,0328	0	0	8,333	0	3,617
8	0,903	16,667	0	4,0328	0	0	8,333	0	3,617
9	0,954	33,333	0	4,56924	0	0	8,333	0	3,617
10	1,000	33,333	8,333	4,56924	3,6168	0	8,333	0	3,617
11	1,041	33,333	41,667	4,56924	4,7901	0	8,333	0	3,617
12	1,079	33,333	41,667	4,56924	4,7901	0	8,333	0	3,617
13	1,114	33,333	41,667	4,56924	4,7901	0	8,333	0	3,617
14	1,146	33,333	41,667	4,56924	4,7901	8,333	8,333	3,620	3,617
15	1,176	33,333	41,667	4,56924	4,7901	8,333	8,333	3,620	3,617
16	1,204	-	41,667	-	4,7901	-	8,333	-	3,617
17	1,230	-	41,667	-	4,7901	-	16,667	-	4,033
18	1,255	-	41,667	-	4,7901	-	33,333	-	4,569
19	1,279	-	41,667	-	4,7901	-	33,333	-	4,569
20	1,301	-	41,667	-	4,7901	-	33,333	-	4,569
21	1,322	-	50,000	-	5,0000	-	33,333	-	4,569
22	1,342	-	50,000	-	5,0000	-	33,333	-	4,569
23	1,362	-	50,000	-	5,0000	-	33,333	-	4,569
24	1,380	-	50,000	-	5,0000	-	41,667	-	4,790
25	1,398	-	58,333	-	5,2099	-	41,667	-	4,790
26	1,415	-	66,667	-	5,4398	-	41,667	-	4,790
27	1,431	-	66,667	-	5,4398	-	41,667	-	4,790
28	1,447	-	66,667	-	5,4398	-	41,667	-	4,790
29	1,462	-	66,667	-	5,4398	-	41,667	-	4,790
30	1,477	-	75,000	-	5,6740	-	41,667	-	4,790

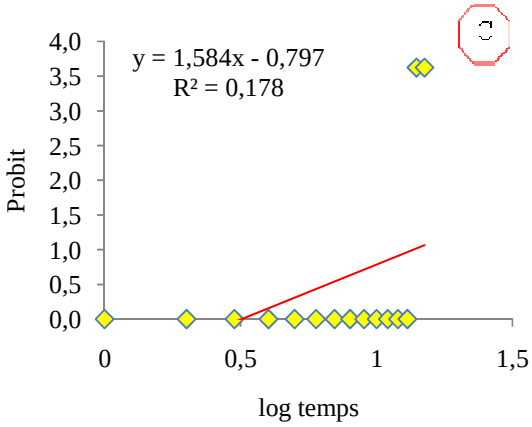
Utilisant un champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* sur les larves L_5 de *S. gregaria*, HALOUANE (1997) note un TL_{50} de l'ordre de 4,85 jours pour une concentration de $1,3.10^3$ spores/ml.



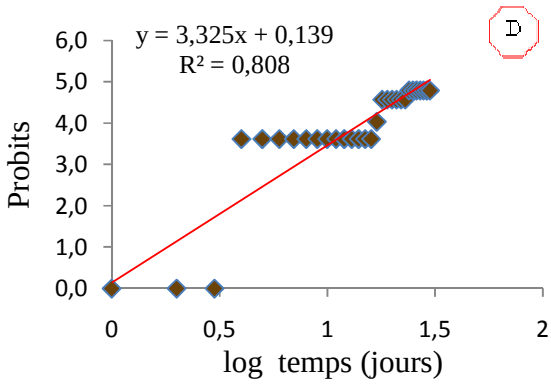
Action d'extrait acétonique de *P. tomentosa* dans le temps sur les larves L_5 de *S. gregaria*



Action d'extraits acétonique de *P. tomentosa* dans le temps sur les adultes de *S. gregaria*



Action d'extrait aqueux de *P. tomentosa* dans le temps sur les larves de *S. gregaria*



Action d'extraits aqueux de *P. tomentosa* dans le temps sur les adultes de *S. gregaria*

Figure 5$_{(A,B,C,D)}$ – Relation entre *Schistocerca gregaria* et les extraits de *P. tomentosa* en fonction du temps

Tableau 5 - Équations des droites de régression, coefficients de régressions et les valeurs de TL_{50} évaluées pour les extraits de *P. tomentosa*

Extraits	Stades	Equation de régression	Coefficient de régression (R^2)	Temps létal 50 (TL_{50}) (en jour)
Extraits acétonique	Larve L_5	y = 5,5189x - 1,5469	R^2 = 0,7609	15,3499
	Adulte	y = 5,485x - 2,456	R^2 = 0,750	22,8741
Extraits Aqueux	Larve L_5	y = 1,5844x - 0,7971	R^2 = 0,1784	4558,9140
	Adulte	y = 3,3255x + 0,1391	R^2 = 0,8088	28,9704

Interprétation des tableaux 4 et 5

Au vu des valeurs de TL_{50} évalués pour chaque extrait végétal testé et la droite de régression des probits en fonction du logarithme des durées de traitement (Figure$5_{A,B,C,D}$), il apparaît que l'extrait acétonique semble plus toxique comparativement à l'extrait aqueux pour *P. tomentosa*. Les valeurs de TL_{50} différent selon l'extrait et le stade de développement de l'insecte qu'il s'agit de larves L_5 ou d'imagos. Le TL_{50} calculé est de 15,34 jours et 22,87 jours pour les larves L_5 et pour les adultes nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait acétonique de *P. tomentosa* respectivement. Pour l'extrait aqueux de cette plante, le faible pourcentage de mortalité rapporté chez les larves L_5 se traduit par une valeur de temps létal très élevé. Il est de l'ordre de 4558,91 jours, alors que pour les adultes, le TL_{50} estimé est proche de celui enregistré chez les adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*, soit 22,97 jours. Cette variabilité dans les valeurs de TL_{50} constatée, entre les deux extraits testés émane de la variabilité dans la composition chimique entre les deux extraits. L'extrait acétonique présente un effet dissuasif plus important comparativement à l'extrait aqueux. OULD ELHADJ *et al.* (2006) notent chez les larves L_5 des TL_{50} plus court: pour les extraits acétoniques du neem *Azadirrachta indica (Miliaceae)*, il est de 7,5 jours, pour mélia *Melia azedarach* (Miliaceae) de 8,2 jours, et 10,4 jours pour *Eucalyptus globulus (Myrtaceae)*. Alors que chez les adultes de *S. gregaria*, il est de l'ordre de 8,1 jours, 8,3 jours et 9,6 jours pour les extraits foliaires de neem, mélia et eucalyptus respectivement. Dans même, KEMASSI *et al.* (2010), rapportent des TL_{50} de l'ordre de 10,51 jours pour les larves L_5 et 20,02 jours pour les adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou aspergées par l'extrait foliaire à l'acétone d'*Euphorbia guyoniana* Boiss & Reut (*Euphorbiaceae*).

III.4.- Action des extraits végétaux sur le coefficient d'utilisation digestive apparent (CUD_a)

Les valeurs moyennes du coefficient d'utilisation digestif, calculées pour chaque extrait testé, durant la période d'expérimentale, son regroupées dans le tableau 6.

Tableau 6- Valeurs moyennes du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDa) des différents extraits végétaux chez les adultes et les larves L_5 de *S. gregaria*

Paramètres (lots)	**Coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDa) de différents stades (%)**	
	Larves L_5	**Adultes**
Témoins (acétone)	87,269±7,70	91,952±5,75
Témoins (eau)	87,155±7,61	83,26±6,97
Extrait acétonique	87,721±4,24	92,33±9,81
Extrait aqueux	87,93±7,19	91,856±3,57

Les valeurs de CUDa estimées pour les larves L_5 et adultes du Criquet pèlerin nourris par des feuilles de chou traitées par les extraits végétaux de *P. tomentosa* sont relativement proches de celles observées chez les individus (larves L_5 et adultes) des lots témoins (tableau 6). Les extraits végétaux testés ne présentent guère d'effet sur la digestion chez le Criquet pèlerin, du fait que les valeurs de CUDa sont proches de celles rapportées chez les individus témoins. Ils sont de 87,721%±4,242 et 87,93%±7,197 chez les larves L_5 nourris par des feuilles de choux imprégnées dans l'extrait acétonique et aqueux de *P. tomentosa* respectivement. Celles notées chez les individus des lots témoins, sont de l'ordre de 87,269±7,703 et de 87,155%±7,614 pour les larves L_5 nourris par des feuilles de chou traitées par l'acétone et par l'eau respectivement. De même pour les adultes, les valeurs du CUDa calculées sont proches de celles enregistrées chez les individus des lots témoins, les valeurs rapportées avoisinent le 91% aussi bien chez les adultes des lots traitement que ceux des lots témoins. Il est observé chez les individus traités des pertes d'eau se traduisant par des défécations intenses observées durant les derniers jours de traitement. KEMASSI *et al.* (2010) ont observé des symptômes analogues chez les individus de *S. gregaria* nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait acétonique d'*Euphorbia guyoniana* Boiss & Reut (*Euphorbiaceae*) et ont enregistré des valeurs de CUDa de 26,44% chez les larves L_5 et 45,85% chez les adultes. Chez les individus de *Locusta migratoria* (Boiss. & Reut.) MORETEAU (1991) a observé les mêmes symptômes dont les diarrhées et des défécations intenses chez les Criquets exposés aux pesticides de synthèse utilisés en lutte antiacridienne. En

outre OULD AHMEDOU *et al*. (2001), dans leur étude sur le comportement alimentaire de *S. gregaria*, rapporte que sur un régime alimentaire mono-spécifique à base de *Glinus litoides* L. *(Aizoaceae) et Citrillus colocynthis* Schrad. (*Cucurbitaceae*) des larves L_4 présentent un coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa) de l'ordre de 40,13%±6,14 pour *G. litoides* et de 67,21% ± 6,28 pour *C. colocynthis*. Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) représente les résultats d'interaction entre le tube digestif et la composition de la plante consommée (LE GALL, 1989). Il est admis communément que les aliments consommés par les insectes phytophages sont constitués essentiellement de polymères de nature soit glucidique comme l'amidon, de la cellulose et de l'hémicellulose; protéique comme les holo- et hétéroprotéines dont glycolipo- ou métalloprotéines. La digestion est séquentielle, chez les insectes, et se divise en trois phases: initiale, intermédiaire et finale. La phase initiale met en jeu des polymères hydrolases (amylases, protéases) qui fragmentent les composés ingérés de grands poids moléculaires en oligomères protéiques ou glucidiques. Ces derniers sont hydrolysés par des oligomères hydrolases lors de la phase intermédiaire pour libérer le maltose, la cellobiose et les dipeptides issus respectivement de l'amidon, de la cellulose et des protéines. Ces composés de faibles poids moléculaires sont dégradés par la maltase, la cellobiase et les dipeptidases, en unités simples directement absorbables, les nutriments. Il existe des composés d'origine et de nature diverses dont la présence ralentit ou annule l'acte catalytique des enzymes. Ce sont les inhibiteurs d'enzymes dont les inhibiteurs de protéases (IP) et inhibiteurs d'alpha-amylases (IA). Leur présence engendre la diminution de la digestibilité des parties 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. La qualité d'une source alimentaire, est d'être 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 (présence de cellulose ou bien des substances gênants la digestion tels que les tanins, et de la capacité du système digestif du phytophage (LOUIS, 2004).

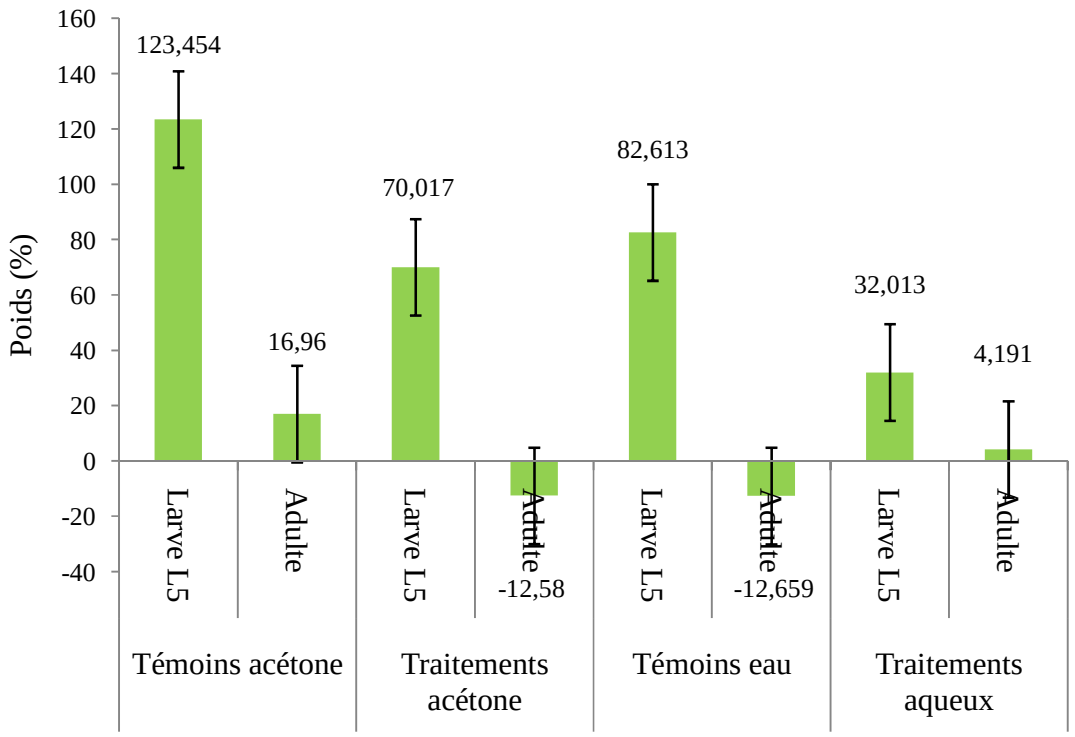
III.5.- Action des extraits végétaux sur la croissance pondérale

Les résultats relatifs aux variations du poids moyen journalier constaté chez les larves L_5 et adultes de *S. gregaria* témoins et traités par les extraits végétaux de *P. tomentosa*, sont rapportés dans le tableau 7. D'après les résultats rapportés dans le tableau 7, il est constaté une perte de poids chez les larves L_5 et chez les adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*. Cette chute du poids constaté est probablement la conséquence de refus de consommer les feuilles de chou traité par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*. Cette diminution de poids est moins perceptible chez les criquets nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait aqueux de *P. tomentosa* (Figure 6). Cela est probablement dû au phénomène de tolérance vis-à-vis de l'extrait végétal testé chez les adultes comparativement aux larves L_5.

Tableau 7: Évolution pondérale des larves L_5 et des adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de chou témoins et traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa*

Temps (jours)	Lots expérimentaux							
	Témoins (acétone)		Extrait acétonique		Témoins (eau distillée)		Extrait aqueux	
	L_5	Adulte	L_5	Adulte	L_5	Adulte	L_5	Adulte
1	0,789±0,104	2,30±0,50	0,810±0,191	2,44±0,40	0,780±0,111	3,09±0,76	1,122±0,233	2,539±2,555
2	1,166±0,130	2,31±0,47	1,085±0,163	2,42±0,35	1,025±0,181	3,18±0,81	1,476±0,254	2,565±2,577
3	1,295±0,166	2,40±0,50	1,206±0,200	2,40±0,40	1,267±0,162	3,11±0,81	1,537±0,248	2,571±2,583
4	1,476±0,194	2,38±0,47	1,279±0,331	2,40±0,40	1,423±0,174	3,07±0,83	1,564±0,201	2,548±2,552
5	1,719±0,238	2,29±0,48	1,324±0,292	2,46±0,57	1,515±0,150	3,09±0,84	1,582±0,260	2,557±2,563
6	1,948±0,274	2,33±0,44	1,296±0,416	2,32±0,39	1,665±0,183	3,03±0,80	1,668±0,342	2,524±2,541
7	1,897±0,291	2,34±0,46	1,469±0,689	2,27±0,35	1,633±0,198	3,07±0,86	1,885±0,386	2,554±2,563
8	1,799±0,336	2,40±0,48	1,379±0,306	2,23±0,33	1,522±0,180	2,85±0,81	1,936±0,282	2,552±2,564
9	2,138±0,105	2,42±0,50	1,257±0,319	2,19±0,44	1,423±0,125	3,06±0,88	1,767±0,269	2,514±2,528
10	1,993±00	2,54±0,56	1,516±0,392	2,08±0,39	Imago	3,04±0,91	1,344±00	2,639±2,654
11	Imago	2,48±0,52	1,625±0,438	2,05±0,35	Imago	2,72±0,72	1,181±00	2,569±2,591
12	Imago	2,53±0,54	1,427±0,494	2,10±0,23	Imago	2,95±0,75	1,091±00	2,620±2,639

13	Imago	2,55±0,55	Imago	2,07±0,17	Imago	2,96±0,81	1,001±00	2,558±2,574
14	Imago	2,55±0,57	Imago	2,26±0,22	Imago	2,85±0,76	Imago	2,557±2,577
15	Imago	2,59±0,59	Imago	2,26±0,33	Imago	2,91±0,79	Imago	2,507±2,519
16	/	2,59±0,55	/	2,31±0,32	/	2,89±0,78	/	2,466±2,467
17	/	2,57±0,54	/	2,34±0,38	/	2,92±0,88	/	2,547±2,556
18	/	2,55±0,52	/	2,30±0,37	/	2,89±0,83	/	2,490±2,492
19	/	2,52±0,50	/	2,31±0,44	/	2,88±0,80	/	2,540±2,550
20	/	2,48±0,51	/	2,37±0,51	/	2,79±0,79	/	2,547±2,554
21	/	2,52±0,55	/	2,28±0,43	/	2,75±0,70	/	2,669±2,692
22	/	2,54±0,49	/	2,39±0,44	/	2,80±0,80	/	2,594±2,617
23	/	2,56±0,51	/	2,40±0,50	/	2,81±0,79	/	2,566±2,575
24	/	2,58±0,53	/	2,45±0,57	/	2,77±0,71	/	2,550±2,563
25	/	2,57±0,52	/	2,38±0,56	/	2,73±0,76	/	2,723±2,751
26	/	2,55±0,52	/	2,36±0,44	/	2,75±0,79	/	2,722±2,761



Figue 6 - Comparaison de pourcentage des variations moyennes du poids par apport au poids initial des larves L_5 et adultes de *S. gregaria* témoins et traités

Au vu de la figure 6, il est noté chez les individus nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de *P. tomentosa*, un gain du poids de 70.017% chez les larves L_5, alors que chez les adultes une perte de poids de l'ordre de 12,58% de leur poids initial. Chez les individus mis en présence de feuilles de chou traitées par l'extrait aqueux de *P. tomentosa*, une amélioration progressive du poids est constatée chez les larves L_5 et les adultes. Bien que chez les individus des lots témoins, le gain du poids enregistré est plus notable, il est de 123,45% pour les larves L_5 et chez les adultes de 16,96%. Pour les individus nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux, le gain du poids constaté est de 82,61% pour les larves L_5, alors que chez les adultes, une perte du poids de l'ordre de 12,65%. TAIL (1998), OULD AHMEDOU *et al*. (2001), ABBASSI *et al*. (2004) et OULD EL HADJ *et al.* (2006), rapportent que suite à l'exposition des larves L_5 et adultes du Criquet pèlerin à une plantes nourricière aspergée des extraits foliaires de *Milia azerdarach (*Miliaceae*), Azeradarachta indica (*Miliaceae*), Nerium oleander (*Apocynaceae*), Eucalyptus occidentalis (*Myrtaceae*), Calotropis procerea (*Asclepediaceae*)*, et de *Glinus litoides (*Aizoaceae*)* une baisse progressive du poids est constatée. La sous alimentation ou bien l'inanition totale entraîne chez les insectes de profondes altérations

physiologiques et biochimiques (CHAUVIN, 1956). Bien que WILPS *et al*. (1992), et TAIL (1998) rapportent que les composés actifs contenus dans les extraits de *Milia volkensii* L. (Miliaceae) ralentissent la croissance et le développement de *S. gregaria* en affectant la prise de nourriture, la fertilité et la fécondité des individus de *S. gregaria* traités.

La nourriture est un facteur essentiel pour la croissance et le développement des insectes, en fonction de sa quantité et sa qualité, joue un rôle primordial, en modifiant plusieurs paramètres biologiques, physiologiques et comportementaux des phytophages. En effet certains phénomènes notamment la mue et la maturation sexuelle, dépendent essentiellement des éléments apportés par une nourriture propice (DAJOZ, 1982). Les extraits acétoniques et aqueux de *Pergularia tomentosa*, engendrent des variations dans les consommations journalières, cela révèle la faculté phagorépulsive et l'anti-appétence de ces extraits vis-à-vis des larves L_5 et des adultes de *S. gregaria*. L'effet dissuasif constaté affecte légèrement la croissance pondérale des larves L_5 et adultes du Criquet pèlerin des lots traités. En outre, les études menées sur la nutrition des insectes ou bien sur l'effet de substances de synthèses ou naturelles sur les mécanismes nutritionnels des insectes phytophages, sont opérés sur un très grand nombre d'individus en pesant à la fois tous les matériaux ingérés et en réunissant les écrémas afin d'évaluer le poids en calculant le coefficient d'utilisation digestive (CUDa). Il est admis que le gain du poids chez un individu est relatif à leur état physique, physiologique, à la nature d'aliment ingéré, à leur composition chimique et la capacité de conversion et d'assimilation chez l'individu (BRENNIÈRE *et al.*, 1949).

III.6.- Action des extraits végétaux sur l'indice de consommation

La figure 7 regroupe les moyennes de l'indice de consommation des larves L_5 et des adultes de Criquet pèlerin nourris par des feuilles de chou des lots témoins et traitées par les extraits foliaires bruts de *P. tomentosa*.

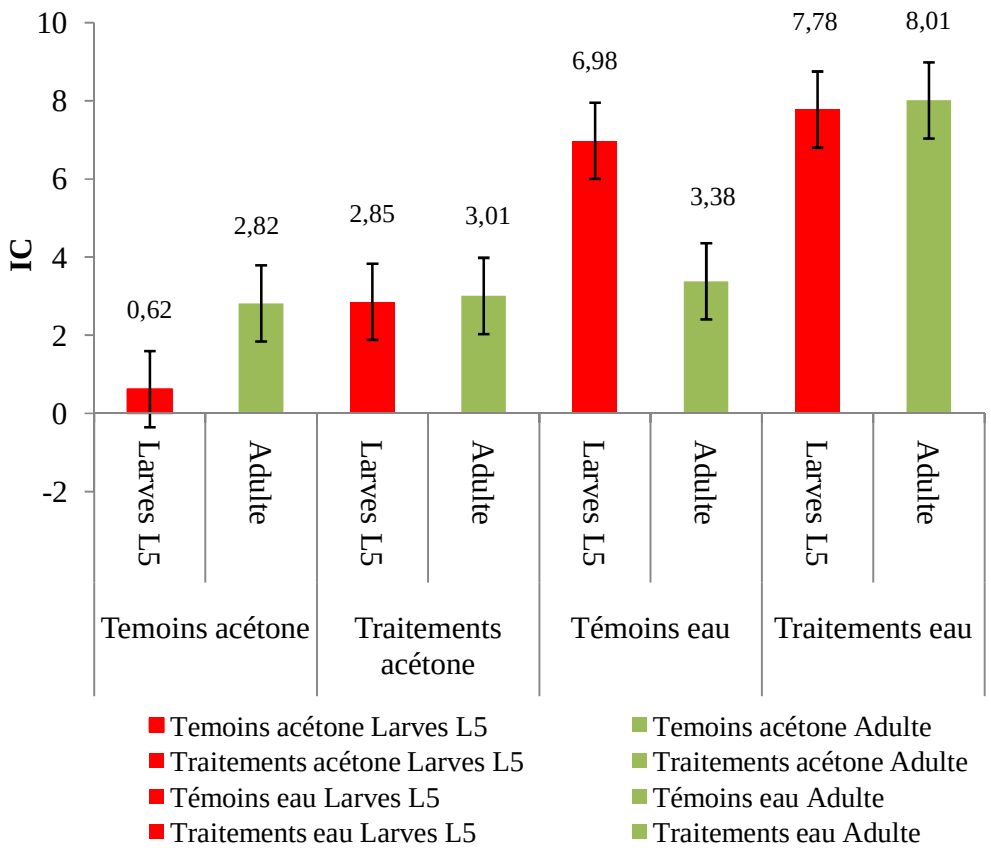


Figure 7 - Valeurs moyennes de l'indice de consommation évaluées pour chaque extrait et témoin chez les adultes et les larves L_5 de *S. gregaria*

Au vu des résultats de la figure 7, il est constaté que l'extrait acétonique n'affect guère la capacité de conversion digestive chez les individus traités, du fait que les valeurs de IC rapportées sont faibles et proches de celles enregistrées chez les individus des lots témoins. Il est admis selon la littérature que lors que les valeurs de l'indice de consommation estimées pour un animal exposé à un régime alimentaire spécifique sont faibles, l'animal est considéré productif et l'aliment donné est acceptable (BOCCARD, 1963). De même pour l'extrait aqueux de *P. tomentosa*, où les valeurs de l'indice de consommation notées avoisinent celles enregistrées chez

les individus des lots témoins, elles sont de l'ordre de 7,78 pour les larves L_5 et de 8,01 pour les adultes, alors que pour les individus des lots témoins, elles sont de 6,98 et 3,38 pour les larves L_5 et les adultes respectivement. KEMASSI *et al*. (2010) rapportent des valeurs de l'indice de consommation plus faible chez les larves L_5 et adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou aspergées par l'extrait foliaire à l'acétone d'*Euphorbia guyoniana* Boiss et Reut. (Euphobiaceae), elles sont de -1,18 chez les larves L_5 et -12,24 chez les adultes. Dans ce même contexte KEMASSI (2008) rapporte des valeurs de IC de l'ordre de 36,26 et -38,80 chez les larves L_5 et les adultes du Criquet pèlerin mis en présence de feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique foliaire de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) respectivement. Il apparaît que les extraits présentent des effets moins nocifs sur la capacité digestive et de conversion digestive. Bien que, les insectes consomment les feuilles de chou aspergées des différents extraits, les insectes ne gagnent guère ou perdent légèrement du poids. Cela révèle l'effet dissuasif limité des extraits végétaux testés sur la digestion et sur le métabolisme nutritionnel chez le Criquet pèlerin. Pour PHILLOGE (1991), l'effet des métabolites secondaires des plantes sur les insectes peut prendre trois aspects: par la présence de substances indigestes capables de réduire la possibilité d'assimilation ce qui engendre des carences en nutriments nécessaires à un développement normal. Ou bien, par la contenance des composés capables d'affecter directement l'intégrité des cellules et par conséquence la fonction digestive intrinsèque en rompant le développement et la croissance ou bien par la présence des composés à action mimétique ou anti-hormonale qui peuvent provoquer des profonds perturbations endocriniennes toute en affectant diverses fonctions élémentaires chez les insectes dont l'exuviation, le développement, la diapause et la reproduction.

Conclusion

L'étude de l'activité biologique des extraits bruts à l'acétone et aqueux *Pergularia tomentosa* (*Asclepiadaceae*) révèle une abstinence et une diminution significative dans la prise de nourriture aussi bien chez les larves L_5 que chez les adultes de *S. gregaria*. Il est noté également que chez les individus nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de *Pergularia tomentosa*, la prise de nourriture chez les larves L_5 plus grand que chez les adultes de *S. gregaria*. Il est noté également que chez les individus nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait aqueux de *Pergularia tomentosa*, la prise de nourriture chez les larves L_5 est plus importante comparativement aux adultes. Un effet anti-appétant est observé en raison de la faible consommation noté chez les larves L_5 et les adultes de *S. gregaria* misent en présence des extraits foliaires de cette plante du Sahara.

Chez les individus mises en présence de l'extrait acétonique de cette plante, l'effet inhibiteur sur la prise de nourriture a engendré une chute du poids, a rompu la mue et a provoqué la mortalité des larves et adultes des criquets traités.

L'effet de ces extraits végétaux sur la digestion a été évalué via le calcul du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDa) a montré que les larves L_5 et les adultes de *S. gregaria* mis en présence de feuilles de choux trempées dans les extraits foliaires de *Pergularia tomentosa* présentent des (CUDa) proches des valeurs enregistrées chez les individus des lots témoins quasi nul comparativement aux valeurs du (CUDa) calculées pour les individus des lots témoins, cela révèle que les extraits testés ne présentent guère d'effet sur la digestion chez le Criquet pèlerin.

Les substances produites par les végétaux impliquées dans la résistance face aux phytophages sont très diversifiées, et peuvent être repoussantes, toxiques ou encore indigestes. Elles peuvent aussi être mortelles. A cet effet, elles peuvent constituer une solution alternative de lutte de la dernière décennie. Leurs propriétés pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires à venir.

En perspective, pour une meilleure poursuite de la recherche des molécules actives de ce plante acridifuge du Sahara septentrional Est Algérien, de la présente étude, il est souhaitable de:

- Utiliser des solvants organiques à polarité différente pour l'extraction afin d'extraire les différentes familles de composés chimiques ;
- Tester leurs efficacités en plein champ;
- Etudier l'action des extraits végétaux sur d'autres paramètres notamment la fécondité et l'histologie du tube digestif;
- Suivi les teste biologiques par des tests de caractérisation et d'identification phyto-chimique des extraits végétaux pour identifier le principe actif.

Introduction

Dans plusieurs régions chaudes du globe, les criquets constituent souvent la biomasse la plus importante de l'entomofaune des cultures, des friches, des jachères ainsi que des pâturages. Certaines années, l'explosion démographique de quelques espèces d'entre elles révèle leur caractère ravageur (LAUNOIS – LUONG *et al*., 1988). Parmi les acridiens, le Criquet pèlerin constitue l'espèce la plus importante d'un point de vue économique par l'étendue de son aire d'invasion et par les dégâts qu'il peut occasionner. Les ravages de cette espèce sont connus depuis l'antiquité. Les invasions constituent un phénomène majeur, spectaculaire. Leur importance économique, depuis des siècles, n'a jamais été mise en doute. Les dégâts peuvent être considérables sur tous types de cultures et sur des pâturages (THIAM, 1991).

L'impact macro-économique des pullulations, très important autre fois (nombreuses famines enregistrées, les plus récentes en Éthiopie et au Soudan dans les années 1950), est maintenant mieux maîtrisé grâce aux moyens modernes de surveillance et de lutte. Les conséquences microéconomiques demeurent généralement désastreuses lorsque les invasions n'ont pu être enrayées à un stade précoce. À l'échelon local, les criquets peuvent causer des destructions complètes de récoltes dont l'impact sur l'autoconsommation et la fragile économie de populations vivant d'une agriculture à risques climatiques élevés est souvent très important. Les conséquences sociales pour de nombreuses populations rurales sont telles que les criquets sont souvent traités comme une priorité nationale (THIAM, 1991).

Les opérations de lutte chimique à grande échelle demeurent encore le seul moyen fiable pour contrôler ces ravageurs. Outre leur coût élevé, près de 300 millions d'euros contre le Criquet pèlerin en 1988, sans compter les sommes considérables engagées par les États eux-mêmes; 50 millions d'euros contre le criquet migrateur malgache en 1997-1999, les pesticides posent de nombreux problèmes environnementaux et sont de plus en plus critiquées du fait de la toxicité des produits et de l'ampleur des zones traitées. Ces zones concernent souvent des écosystèmes fragiles (zones désertiques d'Afrique) et riches en espèces endémiques (Madagascar...) (LECOQ, 2004). Les effets secondaires de la lutte chimique sont aussi catastrophiques que le fléau lui-même (ABBASSI *et al*, 2003).

Face à ce fléau, l'homme a l'ingéniosité de recourir à plusieurs méthodes de luttes, physiques, biologiques et chimiques, mais la lutte à l'aide des pesticides chimiques est la plus adoptée à cause de leurs efficacités sur la cible. Quoique l'usage à outrance de ses substances de synthèse s'est révélé très toxique sur l'environnement par l'intoxication de l'homme et du bétail, la phytotoxicité, la toxicité des sols, des eaux, l'apparition des formes de résistances chez les10 organismes cibles, et même par leurs effets destructeurs sur la biodiversité. De nombreux organismes non cibles dans la lutte antiacridienne (insectes pollinisateurs, auxiliaires, …), ont souffert des épandages des produits chimiques, phénomène qui peut engendrer l'émergence de nouvelles espèces nuisibles qui ne seraient plus contrôlées par leurs

ennemis naturels (SMIRNOFF, 1991; THIAM, 1991; ABOUZAÏD *et al.*, 1991; RAMADE, 1991; OULD EL HADJ *et al.*, 2007).

Depuis quelques décennies, une prise au sérieux des problèmes environnementaux a incité les organismes et les institutions de recherche à développer beaucoup plus les méthodes biologiques, sous ses diverses formes en vue de limiter l'usage des pesticides chimiques. L'une de ses formes est l'exploitation des composés secondaires, provenant des plantes dans la lutte contres les insectes nuisibles. De nombreuses espèces végétales ont été testées afin d'étudier leurs propriétés insecticides et leur toxicité, en particulier sur le Criquet pèlerin dont: *Azadirachta indica, Xylopia aetiopica, Melia azerdarach, Scilla maritima, Peganum harmala, Glinus lotoides, Calotropis procera, Ephedra alata, Euphorbia guyoniana, Cleome arabica* … etc (KEMASSI, 2008).

Le Sahara dispose d'une biodiversité floristique exceptionnelle, constitue de 500 espèces, dont on dénombre 162 espèces endémiques dans le Sahara Septentrional seul et à la quelle s'ajoute une tradition séculaire de pharmacopée traditionnelle. Plusieurs espèces sont connues par leurs propriétés thérapeutiques remarquables (OZENDA, 1991; MAIZA *et al.*, 1993 ; QUEZEL, 1978 cité par CHEHMA, 2006).

Les plantes spontanées des zones arides sont considérées comme l'une des ressources phytogénétiques qui présentent un intérêt agronomique, économique, écologique mais aussi stratégique (UNESCO, 1960). Face à ce constat, et pour mieux caractériser les potentialités de la flore saharienne, la présente étude recherche à partir de *Pergularia tomentosa* L. (*Asclepiadaceae*); une plante spontanée du Sahara septentrional Est algérien, épargnée par le Criquet du désert, ses caractéristiques acridicides, acridifuges ou anti-apétantes.

La présente étude comporte trois parties. Le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique sur le Criquet pèlerin, faisant ressortir les aspects écologiques, morphologiques et physiologiques. Le second chapitre concerne la méthodologie adoptée pour la partie expérimentale. Le troisième chapitre regroupe l'ensemble des résultats qui seront suivis d'une discussion. Une conclusion générale qui est un ensemble de réflexions achève ce travail.

Références bibliographiques

ABBASSI K., ATAY-KADIRI Z et GHAOUT S., 2004.- Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (AIT.R.BR) sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gergaria* (Forskål, 1775). Zool. Baetica, vol. 15: 153-166.

ABBASSI K., MERGAOUI L., ATAY KADIRI Z., STAMBOULI A. et GHAOUT S., 2003b.- Effet des extraits de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Zool. Baetica., vol. 13 et 14: 203-217.

ABOUZAÏD H., BOURCHICH L. et FOUTLANE A., 1991.- Effet des insecticides utilisés pour la lutte antiacridienne au Maroc sur les eaux utilisées pour l'alimentation en eau potable. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 229-238.

ACHEUK F., 2000.- Effet de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres de la biologie et la reproduction de *Locusta migratoria* (Orthoptera-Oedipodinea). Etude de l'efficacité de deux insecticides de synthèse: Dursban et Decis au loboratoire, et de perturbation histopathologiques du tube digestif. Thèse de magister, Sci. Agro. Inst. Nat. Agro., El harrach 85p.

ANNIE-MONARD J., 1991- Les stratégies de survie en conditions adverses des acridiens ravageurs d'importance économique en Afrique de l'Ouest. Ed. Dossier de la session de formation, Montpellier, 178 p.

APPERT J. et DEUS J. 1982.- Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maison neuve et Larose, Paris, 419 p

BALANÇA G. et DE VISSCHER M. N., 1992.- Glossaire des termes élémentaires d'acridologie et de lutte antiacridienne en Afrique sahélienne. Ed. CIRAD/GERDAT/PRIFAS, Montpellier, 157 p.

BENHALIMA T., LOUVEAUX A. et GILLON Y., 1984.- Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. Acta, Oecologica oecol. Gener., vol. 5 (4): 383-406.

BOCCARD R., 1963.- Etude de la production de la viande chez les ovins. Ann. Zootech., vol. 12 (3): 227-230.

BRADER L. H. DJIBO H., FAYE F. G, GHAOUT S., LAZAR M., LUZIETOSO. **P. N. et OULD BABAH M. A., 2006.-** Evaluation multilatérale de la compagne 2003- 2005 contre le Criquet pèlerin. Ed. FAOUN, Rome, 101 p.

BRENNIÈRE J. JOVER H. et DE MALMANN R., 1949.- Sur la nutrition de quelques Orthoptères. Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France, T. 28 (3): 134-141.

CHAUVIN R., 1956.- Physiologie des insectes. Le comportement, les grandes fonctions, écophysiologie. Ed. INRA., Paris, 917 p.

CHEHMA A., 2006.- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protection des écosystèmes en zone arides et semi arides, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 140 p.

COPR., 1982. - The locust and grass shopper agricultural manual. Ed. Cent. Overs. Pest. Rese., London, 960 p.

DAGNELIE P., 1975.- Théorie et méthodes statistiques. Les méthodes de l'inférence statistique. Ed. Les presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L., Belgique: 463 p.

DAJOZ R., 1982 - Précis d'écologie. Ed. Gauthier Willars, Paris, 549 p.

DAJOZ R., 1974- Précis d'écologie. Ed. DUNOD, paris, 434p.

DE GREGORIO R., 1996- Le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Foskal, 1775),Biologie et élevage : durée de développement et rythme de ponte dans les conditions de laboratoire. Ed. CAUPPA, Serv. Film rech. Scie., Pau (paris) , 234p.

DOBSON H.M., 2001- Directive sur le Criquet pèlerin : lutte antiacridienne . Ed. FAOUN. Rome, 84p.

DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1994.- Criquets et sauterelles (acridologie). Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 99 p.

DURANTON J. F. et LECOQ M., **1990.-** Le criquet pèlerin au Sahel. Coll. Acrid. Opé. (6), CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 178 p.

DURANTON J. F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M. H. et LECOQ M., 1982.- Manuelle de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. Min. Coop. GERDAT, T. I, Paris: 695 p.

DURANTON J. F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M. M., LECOQ M. et RACHADI T., 1987.- Guide antiacridien du Sahel. Min. Coop. Dév. Ed. CIRAD / PRIFAS., Montpellier: 344 p.

F.A.O., 2007.- L'avenir des biopesticides dans la lutte contre le criquet pèlerine Atelier international. F.A.O.U.N. Saly- Senegal (12-15 Février). 34p.

FEENY P. P., 1976.- Plant appetency and chemical defense. Ed. Plenum Press, New York: 1-40.

FELLOWS L. E., EVANS S. V., NASH R. and BELL E. A., 1986.- Polyhydoxy plant alkaloids as glycosidase inhibitors and their possible ecological role. Natural resistance of plant to pest, Ed. American chemical society., Washington: 72-78.

GIRARDIE A. et GRANIER S., 1973.- Système endocrine et physiologie de la diapause imaginale chez le Criquet égyptien *Anacridium aegyptium*. Journal of Insect physiology, vol.19, Great Britain: 2341-2358.

GRASSE P. P., **1970.-** Zoologie- Des Invertébrés. Ed. Massons, Paris,1500 p.

GREATHEAD D. J., KOOYMAN C., LAUNOIS –LUONG M. M. et POPOV G. B., 1994.- Les ennemies naturelles des criquets au Sahel. Collection Acridologie Opérationnelle n°8, CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 147 p.

GUENDOUZ-BENRIMA A., 2005.- Ecophysiologie et biogéographie du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera, Acrididae*) dans le Sud algérien. Thèse de Doctorat d'état, sci. Agro. Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 212 p.

HALOUANE F., 1997.- Cycle biologique de *Schistocerca gragaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera acrididae*). Efficacité *Metarhizium anisopliae* (Meth) (Hyphomycetes, deuteromycotina) et effet sur quelque paramètres physiologiques de *Shistocerca gregaria*. Thèse Magister, sci. Agro. Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 237 p.

HUNTER D. M., 2007.- Application de Green Guard *Metarhizium anisopliae var.acridum* contre la Criquet migrateur oriental *Locusta migratoria manilensis* en Chine. Atelier international sur l'avenir des biopesticides en lutte contre le criquet pèlerin. Ed. FAOUN, Sénégal: 32 p.

INPV., 1999.- Instrument de développement de la protection phytosanitaire. Ed. Institut Nationale de la protection des végétaux, Alger, 32 p.

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. Agr. Sah. Uni. Kasdi Merbah- Ouargla, Algérie, 159p.

KEMASSI A., BOUAL Z., OULD EL HADJ- K. A., DADI BOUHOUN M & OULD EL HADJ M. D., 2010- Activité biologique de l'extrait *d'Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (*Euphorbiaceae*) chez le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera-Acrididae*). Annales de Sciences et Technologie, Université Kasdi Merbah- Ouargla Vol 2 n°1 Juin 2010.

KEVAN D. K., 1992.- Les agents de lutte biologique existant et potentiels contre les Orthoptéroides nuisibles. Ed. Geaten morin, Québec, 221 p.

KHIDER B., 1999- Biométrie, régime alimentaire et répartition des zones de reproduction du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Foskal, 1775) (Orthoptera- Acrididea) au sud algérien. Thèse de magister, Ins. Nat. Ago. El-harrach Alger, 149p.

LATCHININISKY A. V. et LAUNOIS-LUONG M. H., **1997.-** Le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) dans la partie Nord-Oriental de son aire d'invasion. Ed. CIRAD-GERDAT-PRIFAS, Montpellier, 192 p.

LAUNOIS-LUONG M. H. et LECOQ M., 1989.- Vade Mecum des criquets du sahel. Collection Acridologie Opérationnelle N°5, CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 82 p.

LAUNOIS-LUONG M. H. et POPOV G. B., 1992.- *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Acrididea- Cyrtacanthacridinae). Ed. CIRAD- PRIFAS, ISBN. Paris, 45 p.

LAUNOIS-LUONG M. H., LAUNOIS M. et RACHIDI T., 1988.- La lutte chimique contre le criquet du sahel. Collection Acridologie Opérationnelle n°3, CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 43 p.

LAZAR P., 1968- Les essais biologiques. Revue de statistique appliquée. Tome 16 (3):5-35.

DAVID W., MARTIN Jr., PETER A., MAYES VICTOR W. et RODWELL PH.D., 1985- précis de biochimie de Harper. 6e édition Française. Les presses de l'université de Laval/ Edition ESKA. Québec, 733p.

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

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

LAUNOIS - LUONG M H et LECOQ M.,1993- Manuel explicatif du code OMM de transmission des informations sur les criquet ravageurs. Ed. OMM .ISESCO, Genève, 31p.

LOMER C. J. et PRIOR C., 1992.- Lutte biologique contre les acridiens. Compte rendu. At., Inst. Int. Agri. Trop., Cotonou, 400 p.

LOUIS S., 2004.- Diversité structurale et d'activité biologique des albumines entomotoxiques de type 1b des graines des Légumineuses. Thèse de Doctorat, Institut national des sciences appliquées de Lyon, 260 p.

LOUVEAUX A et BENHALIMA T, 1987- Catalogue des Orthoptères Acridoidea d'Afrique du nord ouest. Bull. Soc. Ent. Fr., 91 (3-4), pp 74-87.

MAIZA K., BRAC DE LA PERRIERE R. A. et HAMMICHE V., 1993. Pharmacopée traditionnelle saharienne: Sahara septentrional. Actes du 2e colloque Européen d'Ethnophmacologie et de la 11e Conférence internationale d'Ethnomédecine, Heidelberg: 169-171.

MALLAMAIRE A. et ROY G., 1968- La lutte contre le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Foskal, 1775) en Afrique occidentale française, Ed. O.R.S.T.O.M., 113P

MORETEAU B., 1991.- Etude de certains aspects de la physio-toxicologie d'insecticides de synthèse chez le Criquet migrateur *Locusta migratoria* (R. & F.). La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris: 167-178.

MOUMEN K., 1997- La transformation phasaire chez le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) Mécanique et action de l'alimentation**.** Thèse DEA, Tunis, 38 p.

OULD AHMADOU M. L., BOUAICHI A. et IDIRISSI HASSANI L. M., 2001.- Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinus litoides (Aizoaceae)* sur les larves du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera –Acrididea*). Zool. Beatica, vol.. 12: 109-117.

OULD EL HADJ M. D., ABDI M., et DOUMANDJI S., 2007a.- Impact du DURSBAN 240 (*Acridicide*) sur l'entomophaune associée en palmeraie dans la cuvette de Ouargla (Nord-Est Sahara septentrional Algérien). Rivista italiana EPPOS (43): 25-36.

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.

OZENDA P., 1991.- Flore et végétation du Sahara. (3éme édition, augmentée). Ed. CNRS, Paris: 662 p.

PAN., 2006.- Utilisation et gestion des pesticides dans la lutte antiacridienne de 2004-2005 au Sénégal. Rapport n°10, Pesticide Action Network (PAN Africa), Sénégal, 62 p.

PASQUIER R.,1952- Terminologie concernant le comportement de l'aspect des Acrididae grégariaptes .Ann.Ins.Agr.Alger.N6.15p.

PASTRE P., SMOLIKOWSKI S. et THEWYS G., 1988.- La lutte antiacridienne. Dossier Déltaméthrine. Ed. Rossel Uclaf, Paris, 127 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.

POPOV G. B., 1997.- Atlas des aires de reproduction du Criquet pèlerin. Commentaire descriptif. Ed. FAOUN, Rome, 122 p.

POPOV G. B., LAUNOIS-LUONG M. H. et VANDERWEEL F., 1990- Les oothèques des criquets du sahel. Collection Acridologie Opérationnelle n°7, CIRAD/ PRIFAS, Montpellier, 135 p.

PROUX J., 1991.- La régulation hormonale du métabolisme hydrique chez les criquets grégarisables. Ed. AUPELF-UREF, John Libbcy Eurotext, Paris: 129- 134.

RAINA S.K., 1991.- Evaluation d'une stratégie de lutte contre le Criquet pèlerin. *Schistocerca gregaria*. Ed. Cab International, paris, 452.

RAMADE F., 1991.- Caractères écotoxicologiques et impact environnemental potentiel des principaux insecticides utilisés dans la lutte anti-acridienne. Lu lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris: 179-191.

RUNGS C. I. A., 1945.- Bulletin semestriel de l'office national de lutte antiacridien. Ed. ONAA, Paris: 76-87.

SAXENA R. C., 1988.- Neem a source of natural insecticides. Insecticides of plant origin, n°387, IRRI, Los Banos, Philippines: 110-135.

SIEBER K. P. et RAMBOLD H., 1983.- Tha effect of azadirachtin on the endocrine control of moulting in *Locusta migratoria*. Jour. Insects physiology, n° 97: 523-527.

SMIRNOFF W. A., 1991.- Réflexion à propos de la lutte biologique contre les insectes nuisibles. La lutte antiacridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbcy Eurotext, Paris: 279-187.

SYMMONS P. M. et CRESSMAN K., 2001.- Directive sur le Criquet pèlerin 1. Biologie et comportement. Ed. FAOUN, Rome, 43 p.

TAIL G., 1998.- Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), (Orthoptera-Acrididoe) Efficacité entologique de Pseudomonas fluorescents (Pseudomonadales) sur quelques aspects physiologiques du criquet pèlerin. Thèse Mag., INA, El Harrach, Alger, 190 p.

THIAM A., 1991.- Problématique de I'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte anti-acridienne au Sahel. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 193-206.

UNESCO, 1960-Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides XIII. Ed. UNESCO, Rome, 97 p.

UVAROV B. P., 1928.- Grasshopper and book for their study and control. Ed. Imperial officine on entomology, London, 353 p.

VERSCHAFFCLT C., 1910.- The cause determining the selection of food in some herbivorous insects. Pro. Acad. Sci., vol. 13, Amsterdam: 536-542.

VINCENT C. et CODERRE D., 1992.- La lutte biologique. Ed. Gaston Morin, Québec, 671 p.

WALBAUER G.P., 1968.- The utilization and consumption of food by insects. Journal of Insect physiology, vol.5, Great Britain: 229-288.

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

ZERGOUN Y., 1994 -Bioécologie des peuplements Orthoptérologique de trois stations: palmeraies, cultures maraîchères et non cultivées, Beni-Izguen et Ghardaïa. Thèse Mag. Agr., INA, El Harrach-Alger, 110 p.

Annexe 1

Tableau 8.- Matière active sélectionnée dans la lutte antiacridienne (DURANTON *et al.*, 1987; RACHADI, 1991)

Famille chimique	Matière active	Teneur en matière active (g/ha)	Teneur en matière active (g/l)	Mode d'action	Cible à priviligier	Particularité
OP	Chlorpyriphos Ethyl	240 à 250	240	Contact et ingestion	Ailés et larves	/
OP	Diazinon	900 à 960	500	Contact	Ailés	/
OP	Dichlorvos	200	200	Contact	Ailés	Produit visqueux corrosif
OP	Malathion	960	1000	Contact	Ailés	Produit volatile corrosive visqueux
C	Bendiocarbe	200	100	Contact et ingestion	Ailés et larves	/
P	Deltaméthrine	12.5	12.5	Contact et ingestion	Ailés et larves	/
P	Lambda-cyhalothrine	40	20	Contact	Ailés et larves	Possibilité d'allergie cutanée
MC	Parathion-Méthyl	240	240	Contact et ingestion	Ailés et larves	Diffusion ralentie par encapsulage
MC	Fénitrothion	400	400	Contact et ingestion	Larves	Diffusion ralentie par encapsulage
DC	Téflubenzuron	50	25	ingestion	Larves	Effet différé à la mue suivante
OP	Fénitrothion	500 à 960	300 à 500	Contact et ingestion	Ailés et larves	Produit corrosive
OP/P	Fénitrothion Esfenvalenate	245/5	245/5	Contact et ingestion	Ailés et larves	Association

Annexe 2

Tableau 9.- Plantes et leurs effets sur *Schistocerca gregaria*
(ABBASSI *et al*, 2003 cité par KEMASSI, 2008)

Groupe	Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Action
Gnetopsida	*Ephedraceae*	*Epherda alata* (Stapf.)	Alenda	/
DICOTYLEDONES	*Meliaceae*	*Melia azerdarach* L.	Mélia	Répulsif et toxique
		Melia volkensii Gurke	Mélia	Répulsif et toxique
		Adirachta indica Juss.	Neem	Répulsif et toxique antiappétant
	Oleaceae	*Olea europea* L.	Olivier	Répulsif (L_1, L_2), stérilité des femelles, mue anormale
	Rutaceae	*Citrus aurantium* L.	Bigaradier	Retarde la pontefécondité réduite
	Anacardiaceae	*Schimus molle* L.	Faux poivrier	Stérilité chez les femelles; mue réduite
	Rutaceae	*Cestrum parquü* L.	Cestreau	Toxique
	Asteraceae	*Inule viscosa* L.	Inule visqueuse	Anti-appétant
	Apocynaceae	*Nerium oleander* L.	Laurier-rose	Toxique
	Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* L.	Eucalyptus	Anti-appétant
		E. occidentalis L.	Eucalyptus	Toxique
	Fabaceae	*Quercus suber* L.	Chêne liège	Toxique
	Cucurbitaceae	*Citrillus colocynthsi* Schrad.	Coloquinte	Toxique
	Aizoaceae	*Glinus lotoides* L.	faux lotus	Répulsif, toxique
	Asclepiadaceae	*Calotropis procera* Aiton	Pommier de Sodome	Anti-appétant,toxique et antifertilisant
	Zygophyllaceae	*Peganum harmala* L.	El Harmel	Toxique et antifertilisant
	Rhamnaceae	*Zizyphus lotus(L) Desf.*	Sedra	/
		Colocynthis vulgaris L.		
	Capparidaceae	*Cleome arabica* L.	Netil	/
	Ephorbiaceae	*Ephorbia guyoniana* (Boiss-Reut.)	Oum el bina	/
MONO COTYL EDONE	*Liliaceae*	*Scilla maritima* L.	Scille maritime	Répulsif

Annexe 3

Tableau 10.- Nombre des individus mort pendant la durée d'expérimentation

	Nombre des individus mort pendant la durée d'expérimentation			
Jours	Extrait acétonique		Extraits aqueux	
	L5	Adulte	L5	Adulte
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	1
5	0	0	0	1
6	1	0	0	1
7	2	0	0	1
8	2	0	0	1
9	4	0	0	1
10	4	1	0	1
11	4	5	0	1
12	4	5	0	1
13	4	5	0	1
14	4	5	1	1
15	4	5	1	1
16	/	5	/	1
17	/	5	/	2
18	/	5	/	4
19	/	5	/	4
20	/	5	/	4
21	/	6	/	4
22	/	6	/	4
23	/	6	/	4
24	/	6	/	5
25	/	7	/	5
26	/	8	/	5
27	/	8	/	5
28	/	8	/	5
29	/	8	/	5
30	/	9	/	5

Chapitre II.- Méthodologie de travail

II.1.- Principe adopté

Les végétaux font un usage constant de la lumière pour croître et se développer. Certaines espèces ont poussé l'exploitation de l'énergie photonique à l'extrême par l'élaboration au cours de leur métabolisme de toute une gamme de composés capables d'anéantir ou de limiter les dégâts causés par les phytophages. Ces composés dits secondaires sont des substances qui se retrouvent de façon sporadique chez les plantes dans l'appareil souterrain et aérien (PHILOGENE, 1991). D'après FEENY (1975), il existe deux catégories de composés secondaires des plantes:

- Des composés à valeurs quantitatives agissant selon leurs concentrations, on cite les tannins qui sont des substances phénoliques ayant la propriété de réduire la digestibilité des parties comestibles des plantes;
- Des composés ayant une activité spécifique à des concentrations relativement faibles. Ces substances, ont un effet anti-appétant, elles inhibent la prise de nourriture ou un effet toxique, ou elles empêchent l'approche des ravageurs.

La présente étude recherche à partir d'extraits bruts de parties aériennes de *Pergularia tomentosa* L, une plante spontanée endémique du Sahara septentrional Est algérien, épargnée par le Criquet du désert, les caractéristiques acridicides ou acridifuges. Les critères d'appréciation pour la présente étude, sont non seulement les taux de mortalité, les effets en termes de consommation de la plante traitée par les extraits bruts, de croissance pondérale, mais aussi leurs actions sur la mue chez ce locuste du désert.

II.2.- Matériel d'étude

II.2.1.- Matériel biologique

Le matériel biologique se compose de larves du 5^{éme} stade (L_5) et d'imagos du Criquet pèlerin, issus d'un élevage de masse réalisé au niveau de laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides de l'université Kasdi Merbah-Ouargla et des feuilles de *Pergularia tomentosa* L. récoltées à l'Oued Metlili (région de Ghardaïa Sahara septentrional Est algérien).

II.2.1.1.- Choix de la plante

La capacité que possèdent les plantes à se protéger, a été réexaminée en détail depuis le début du siècle en vue d'être exploitée à des fins agronomiques (VERSCHAFFCLT, 1910). Les propriétés insecticides de métabolites d'origine végétale comme la nicotine, la roténone et le pyrèthre sont connues. Certes, l'avènement des insecticides de synthèse a mis en veilleuse les recherches sur les produits naturels d'origine

végétale. La lutte contre les insectes entre donc dans une nouvelle phase puisque. Cette approche «botanique» fournit des moyens de lutte en meilleure harmonie avec l'environnement, moyen provenant des organismes à protéger eux-mêmes. Les progrès notoires accomplis dans ce domaine, sont dus en grande partie à la collaboration étroite des phytotechniciens, des entomologistes, des chimistes et des toxicologues (SAXENA, 1988). Sur la base de la liste des plantes appréciées ou délaissées par les acridiens, proposée par RUNGS (1945), et suite à des observations sur terrain, une liste des plantes épargnées par le Criquet pèlerin au Sahara septentrional Est Algérien durant la dernière invasion acridienne de 2003 à 2006, est dressée, parmi lesquelles *Pergularia tomentosa* L.

II.2.1.1.1.- *Pergularia tomentosa L.*

II.2.1.1.1.1.- Position systématique

Embranchement : Spermaphytes
Sous Embranchement: Angiospermes
Classe : Dicotylédones
Sous classe : Rosidae
Ordre : Gentianales
Famille : Asclepiadaceae
Genre : Pergularia
Espèce : *Pergularia tomentosa L.* (OZANDA , 1991)

II.2.1.1.1.2.- Description botanique

C'est une plante herbacée ou semi-ligneuse, arbrisseau vivace pouvant dépasser 1 m de hauteur. Les jeunes rameaux volubiles s'enroulent fréquemment autour des plus anciens lui donnant un aspect touffu :
- **Tige** : couverte de courts poils verdâtres, grimpante ou volubile, tomenteuse à l'état jeune;
- **Feuilles:** Opposées, vert amande, ovales ou arrondies, en cœur à la base;
- **Inflorescence:** En grappes abondantes au bout de longs pédoncules;
- **Fruits:** Composés de deux follicules, portent de petites pointes;
- **Habitat:** Lits d'oued et dépression à fond rocheux;
- **Répartition:** Assez commun dans tout le Sahara;
- **Période de végétation:** Floraison en avril (CHEHMA, 2006).

II.2.1.1.1.3- Usages

L'ingéniosité des populations a tiré profit des plantes spontanées par de multiples usages qu'il serait trop long à énumérer ici. Leur importance dans l'alimentation humaine est négligeable, mais n'en va même pour cella des animaux domestiques et notamment

pour les troupeaux de dromadaire. *Pergularia tomentosa,* est une plante dite médicinale possédant des propriétés médicamenteuses. Elle est utilisée en pharmacopée traditionnelle de nombreuses populations (CHEHMA, 2006).

Pergularia tomentosa peut être utilisé comme une source de substances nutritives et antifongiques.

- Feuilles : utilisation de la sève comme médicament dans le traitement pour les yeux,
- A l'état sec, elle est utile en médecine traditionnelle pour traiter les douleurs dentaires et la fatigue générale et constitue aussi un palliatif alimentaire pour le bétail pendant les moments difficiles de l'année.
- Elle est utilisée en tannerie en milieu rural (CHEHMA, 2006).

La présence des alcaloïdes, des glycosides, des saponines, des flavonoïdes, des tanins et anthraquinones dans les extraits de cette plante du Sahara peut être attribuée à des actions antifongiques et antimicrobiennes de *Pergularia tomentosa* (UNESCO, 1960)

Photo 4- *Pergularia temontosa* au stade fructification
(Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara septentrional Avril 2011)

II.2.1.2.- Choix des stades de *Schistocerca gregaria*

La présente étude porte sur les juvéniles du 5eme stade et sur les imagos du Criquet pèlerin, issus d'un élevage de masse réalisé au Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides du Département des Sciences Agronomiques de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla. Les criquets sont placés selon les stades d'étude dans deux cages parallélépipédiques dont la charpente est en bois de dimension 1,2m x0, 80m x0, 70m. La base de la cage est en contreplaqué, et le reste est constitué d'un grillage métallique à mailles fines. Une petite trappe qui coulisse située à la face avant permet l'accès à l'intérieur de la cage. L'une des cages ne contient que les juvéniles du 5ème stade. Dans la seconde cage dont le fond comporte des ouvertures circulaires, sont placés des pondoirs remplis de sable humidifié régulièrement. A l'intérieur, sont placés les imagos du

Criquet pèlerin en élevage de masse. L'élevage est maintenu à une température de 30±4°C et avec une humidité relative de 60±5%. Des lampes de 160W assurent un éclairage continu. L'alimentation est constituée essentiellement de feuilles de choux *Brassica oleracea* L. (*Brassicaceae*), de blé dur *Triticum durum* L. (*Poaceae*), d'orge *Hordeum vulgare* L. (Poaceae), de gazon *Stenotaphrum americanum* L. (*Poaceae*) et du son de blé. Le renouvellement de la nourriture, le nettoyage, l'humidification des pondoirs, ainsi que la vérification des pondoirs pour la recherche des oothèques s'effectuent quotidiennement.

II.2.2.- Matériel utilisé au laboratoire

- - Une balance de précision pour la peser des individus;
- - Ampoule à décanter de 250 ml;
- - Un rotavapor pour l'évaporation de solvant;
- - Béchers de 500 ml;
- - Erlenmeyer de 500 ml;
- - Papiers filtres;
- - Ballons de 2000 ml;
- - Chauffe ballon.

II.3.- Préparation des extraits végétaux

Pour la présente étude, il est adopté deux méthodes d'extraction dont la macération à l'acétone et dans l'extraction par reflux dans un mélange méthanol- eau (extrait aqueux) pour extraire les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpenoïdes, les acides gras, les amines.

II.3.1.- Macération à l'acétone

L'extraction par macération est une extraction à froid. C'est un simple contact entre le support solide et le solvant, la séparation se fait par filtration. Elle est utilisée couramment dans l'extraction des terpènes, des alcaloïdes, des flavonoïdes, des acides gras, des amines (DAVID *et al.*, 1985). Elle consiste à prendre 100 grammes de feuilles de la plante préalablement séchées à l'ombre dans la température ambiante, et macéré dans 200 ml d'acétone pendant 24 heures. La filtration est ensuite effectuée sous vide à l'aide d'une fiole à vide et d'un entonnoir. Le résidu sec est jeté. Le filtrat recueilli est soumis à une évaporation sous vide dans un rotor-vapor muni d'une pompe à vide pour éliminer l'acétone. On ajoute 20 ml d'acétone au produit obtenu d'extraction. Ce mélange constitue donc le produit à tester.

II.3.2.- Extraction par reflux dans une solution (méthanol/ eau)

L'extrait aqueux est obtenu par la solubilisation des fractions actives dans une solution d'eau distillée et de méthanol. Elle consiste en une macération dans une phase organique (extraction solide liquide). Les feuilles de la plante à testée, sont séchées à l'air libre et dans la température ambiante et ensuite broyées. 100g de la drogue pulvérisée va subir une extraction par reflux dans 300 ml de la solution méthanol-eau (2:1), le tout est porté à ébullition à une température de 40°C pendant six heures (photo 5). Une filtration est ensuite réalisée, le résidu sec est jeté alors que le filtrat est recueilli et subis une évaporation sous vide à l'aide d'un rotavapor afin éliminer le méthanol. L'extrait aqueux et récupéré et est utilisé pour les tests biologiques.

II.4.- Tests biologiques

L'étude de la toxicité concerne les extraits bruts obtenus par macération dans l'acétone et de l'extrait aqueux de feuilles de *P. tomentosa*. Pour un suivi à long terme, et pour éviter les effets de masse, les interférences ou les perturbations; les insectes sont placés individuellement dans des cages parallélépipédiques en bois (0,30 m x 0,15 m x 0,15 m) dont les faces sont en tissu gaze.

Photo 5- Dispositif d'extractions de principe actif par reflux

Le test consiste à alimenter les insectes L_5 et les adultes mis à jeûner pendant 24 heures afin de leur permettre de vider leur tube digestif et de les affamer; par des fragments de surfaces déterminées provenant de la plante nourricière. Pour la présente étude, le choix a porté sur le choux *Brassica oleracea* L. (*Brassicaceae*), vu sa valeur nutritive exceptionnelle et son appétibilité par ce locuste (OULD EL HADJ *et al.*, 2007). Les

fragments de chou sont trempés pendant quelques secondes dans la solution d'extrait végétal laissé durant 15 à 20 mn à l'air libre pour faire évaporer le solvant organique avant d'être présentés aux insectes. Au bout de 24 heures, on fait le nettoyage des cages. Les fragments non ingérés sont récupérés afin de prendre leurs empreintes sur du papier millimétré. Celles-ci vont servir à calculer la surface consommée. Les individus témoins quant à eux sont nourris par des fragments d'une surface déterminée de chou trempée dans l'acétone ou eau, et laissés durant 15 à 20 mn à l'air libre.

L'évolution pondérale des individus et la mortalité sont notées. L'expérimentation est suivie jusqu'à la mortalité totale de tous les individus des lots traités. De même, pour l'étude de chaque extrait 4 lots d'insectes à raison de 12 individus par lot sont constitués (6 mâles et 6 femelles), ce qui fait un total de 48 individus. Deux sont de larves L_5 dont un pour le témoin et l'autre pour le traitement et les deux autres sont constitués par des adultes dont l'un pour le témoin et l'autre pour le traitement.

Dans le but de suivre l'effet des ses extraits végétaux sur le développement ovarien chez les femelles, les individus survivants sont marqués et mis dans une cage parallélépipédique et nourris au même régime alimentaire que les individus de l'élevage de masse. Ceci s'avère indispensable dans la mesure où les phéromones dégagées par les adultes mâles constituent un stimulus fondamental pour la maturité sexuelle, la fécondité chez les femelles et la maturité sexuelle chez les mâles immatures (DURANTON et LECOQ, 1990).

II.5.- Méthode d'exploitation des résultats

II.5.1.- Calcul de la TL50

Le temps létal 50 (TL_{50}), correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus d'une population meurt suite à un traitement par une substance quelconque. Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes du temps du traitement. On utilise la formule de SCHNEIDER et la table des probits.

Formule de SCHNEIDER :

$$\mathbf{MC = [M2\text{-}M1/100\text{-}M1] \times 100}$$

- MC :% de mortalité corrigée;
- M2 : % de mortalité dans la population traitée;
- M1 : % de mortalité dans la population témoin (LAZAR, 1968).

II.5.2.- Calcul de coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa)

Le CUDa, Est la quantité de nutriment ingérée est différente de celle qui, une fois digérée, va être absorbée au niveau de l'intestin. Le CUDa est le pourcentage correspondant à la part d'un nutriment qui ne finira pas dans les fèces. Il est calculé selon l'équation de WALDBRAUER (1968):

II.5.3.- Calcul de l'indice de consommation (IC)

L'indice de consommation est évalué en calculant le rapport entre la quantité d'aliments consommée par un animal pendant une période déterminée et son gain du poids vif pendant le même temps, plus il est bas, plus l'animal est considéré comme productif . C'est une valeur souvent calculée dans le domaine de la production animale (BOCCARD, 1963).

A fin d'évaluer l'effet des extraits végétaux sur le rendement de la transformation de végétal ingéré par les larves de cinquièmes stades et par les adultes de *S. gregaria* en poids vif et dans le bute de suivre l'évolution de la croissance pondérale en fonction de la consommation journalière des feuilles de chou témoin et traités à l'aide des extrait foliaires de la plante acridifuge étudiée, l'indice de consommation (IC) est calculé. Il est calculé en appliquant la formule suivante :

$$\text{IC} = \text{Quantité ingéré}/\text{gain du poids vif}$$

L'indice de consommation est calculé en gramme du végétal ingéré par gramme de gain du poids constaté chez les larves L_5 et adulte du Criquet pèlerin.

II.5.4.- Analyses statistiques (analyse de la variance "ANOVA")

Les traitements des données obtenues fait appel à des approches statistiques. Les résultats obtenus pour chaque paramètre seront interprétés statistiquement à l'aide du logiciel « MINITAB version 13.31.FR- copyright 2000».

D'après DAGNILLIE (1975), l'analyse de la variance consiste à étudier la comparaison des moyennes à partir de la variabilité des échantillons. L'analyse de la variance ANOVA a été utilisée pour l'analyse des résultats après le test de normalité. Il

permet suivant le niveau de la signification de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre les facteurs. La probabilité inférieure à 0,01 donne un effet hautement significatif, à 0,05 un effet significatif et pour une probabilité supérieure à 0,05 on considère que l'effet n'est pas significatif.