

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa
Faculté des sciences de la
nature et de la vie et des
sciences de la terre
Département des sciences agronomiques



جامعة غرداية
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
قسم العلوم الفلاحية

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
Master Académique en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des Végétaux

THEME

Action des extraits de *Pergularia tomentosa* L et de *Capparis spinosa* L sur quelques paramètres biologiques de Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)

Présenté par
- Fatima AHNA

Membres du jury

- M. BEN BRAHIM F.
- M.SADINE S.
- M. OULD EL HADJ M.D.
- M.KEMASSI A.

Grade

- Maître assistant A
- Maître assistant B
- Professeur
- Maître assistant A

Président
Examinateur
Encadreur
Co encadreur

JUIN 2013

Remerciement

Avant toute chose, je remercie Dieu tout puissant et la santé pour tout ce qu'il me donné afin que je puisse terminer ce travail.

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier vivement tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont permis la réalisation de ce travail.

Je dois remercier particulièrement:

Monsieur **OULD EL HADJ M^{ed} DIDI**, Professeur au département des sciences de la nature et de la vie à la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers de l'université KASDI MERBAH Ouargla, pour m'avoir accueilli au sien du laboratoire de protection des écosystèmes en zones aride et semi-arides, pour m'avoir donné la chance de réaliser ce mémoire. Merci pour votre présence et votre disponibilité permanente, et pour m'avoir fourni les moyens matériels nécessaires à l'élevage et le traitement, ayant permis la réalisation et la réussite du présent travail.

Monsieur **KEMASSI Abdellah**, Maître assistant A au département de Biologie à l'université de GHARDAIA. Merci pour votre présence et votre disponibilité permanente, pour vos conseils qui n'ont jamais fait défaut, votre soutien, pour avoir dirigé et surveillé pas à pas pour la progression de ce travail avec une grande rigueur scientifique durant toute la période d'étude. Merci pour votre aide morale, votre compréhension et votre conseil fructueux. J'ai l'honneur de vous exprimer mes très profondes reconnaissances et mes sentiments les plus sincères.

M. BEN BRAHIM FOUZI, vous qui me faites le grand plaisir de présider le jury de ce mémoire. Je vous remercie pour vos orientations, encouragements et aide, et vous m'avez fait bénéficier de vos connaissances et votre expérience.

M.SADINE SALAH DINE pour avoir accepté examiner ce travail. Merci pour votre compréhension, votre aide et vos remarques qui n'ont jamais fait défaut lors de ma formation; exprimer toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude.

Je remercie vivement Monsieur Mohammed **Tahar HALILAT** Professeur et directeur de l'université de Ghardaïa, Monsieur **Hadj Saïd Abdel Kader** Maître assistant A et chef département de la science technique à l'université de GHARDAIA et Monsieur **GHARIB TOUFIK**.

Je remercie vivement tous les enseignants (es) de Faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre de l'université de GHARDAIA sans exception.

Je ne saurais oublier tous mes collègues du laboratoire de l'université de Ghardaïa : Melles Fatiha, Djamila, Rehia, Malika, Nacira et du laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides de l'université KASDI MERBAH Ouargla: Melles Mouna, Mounira avec qui j'ai toujours m'entretenir une ambiance chaleureuse et amicale.

J'adresse également mes sincères remerciements aux tous la promotion de protection des végétaux et écologies de l'environnement 2013 de l'université de Ghardaïa pour leurs aides et leur vive sympathie, qu'ils soient assurés de mon profonde reconnaissance.

Enfin merci à ma famille et plus particulièrement à mon père **sacy** et mes frères pour m'avoir toujours soutenus.

A ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce document, trouvent ici mes profondes reconnaissances et remerciements.

A tous ceux que j'ai cités ou que je n'ai pas pu citer, toutes mes excuses, que Dieu vous bénisse et vous récompense, Amen !

Merci à tous et à toutes

Fatima

Dédicaces

Avant tous je remercie mon DIEU qui m'a donné la volonté et la santé de continuer ce travail :

Il me fait de dédier ce travail à :

A la mémoire de ma mère Khadîdja qui m'a entouré d'amour et qui ma consolider durant les moments les plus difficiles de ma vie.

Mon très chère Père Sacy qui m'a encouragé et qui m'a guidé par ces précieux conseils et sa femme Saida. Que dieu le garde.

Mon grand-mère Aicha. Que dieu le garde.

Mes très chères sœurs : Zineb, Naziha et Chaima.

Mon très chère frère Abdel Karim.

Mon très cher oncles Abdel Kader et sa femme zaira et ses enfant Zohra, Youcef, Fathi, Siham, Sayfdine.

Ma fidèle et chère amie : Aziza qui je l'aime plus fort et sa famille qu'est ma deuxième famille tante Fatima et encolle Abdel Kader ma très chère sœur : Souad et son marié.

Ma chère amie : Amina qui je l'aime plus fort et sa famille.

Mes très chers(es)oncles et tantes et leurs mariés (es) et ses enfants sans exception.

A tous la famille Ahna, Dadda, Zaki, Kendour, Massena, Naouma, Bouhali, Yaechawi, Bakadi et Djerrai.

Mes chères amies : Khadidja, Asma, Ahlam, Fatima, Sakina, Djamila, Nacira, Rachida, Fatima, Safiya, Meriem, Saadia, Touness

C'est pour moi un agréable devoir, en cette occasion, d'exprimer mon profonde gratitude et ma sincère reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont aidés dans la réalisation de ce mémoire.

A toute ma promotion 2013

Fatima

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Liste de quelques plantes acridifuges ou acridicides et leurs effets sur <i>S. gregaria</i>	29
02	Rendement d'exploitation estimé pour les larves du cinquième stade de <i>Schistocerca gregaria</i>	45
03	Consommation moyenne enregistrée chez les larves L ₅ de <i>Schistocercagregaria</i> nourris par des feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de <i>P. tomentosa</i> et <i>C. Spinosa</i>	46
04	Valeurs de Coefficient d'utilisation digestives apparent CUD _a pour les larves du cinquième stade de <i>Schistocerca gregaria</i>	49
05	Évaluation pondérale des juvéniles du cinquième stade de <i>Schistocerca gregaria</i> .	51
06	Evolution du pourcentage de la mortalité cumulée enregistrée chez les larves L ₅ nourries par des feuilles de choux témoins et traitées par les extraits végétaux de <i>P. tomentosa</i> et <i>C. spinosa</i>	55

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Cycle biologiques de développement de <i>Schistocerca gregaria</i>	09
02	Air de distribution du <i>S. gregaria</i>	15
03	Moyenne de consommation journalière (g/jour) enregistré chez les larves L ₅ témoins et traitées par les extraits foliaires de <i>P. tomentosa</i> et <i>C. spinosa</i>	43
04	Moyenne de consommation journalière (g/jour) enregistré chez les larves L ₅ témoins et traitées par les extraits foliaires de <i>P. tomentosa</i> et <i>C. spinos</i>	43
05	Valeurs de Coefficient d'utilisation digestives apparent CUD _a estimée pour les larves L ₅ de <i>S. gregaria</i>	48
06	Comparaison de pourcentage des variations moyennes du poids par apport au poids initial des larves L ₅ de <i>S. gregaria</i> nourris par des feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de <i>P. tomentosa</i> et <i>C. spinosa</i>	50
07	Relation entre <i>Schistocerca gregaria</i> et <i>Pergularia tomentosa</i> dans le temps	56

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Larve solitaire de stade 5	10
02	Larve grégaire de stade 5	10
03	Fleurs de <i>Pergularia tomentosa</i>	33
04	<i>Pergularia tomentosa</i> au stade fructification	34
05	<i>Capparis spinosa</i> au stade fructification	36
06	Les fleurs et les fruits de <i>Capparis spinosa</i>	36
07	Dispositif d'extractions de principe actif par reflux	39
08	Cage parallélipédique utilisée pour l'élevage du Criquet pèlerin	40
09	Malformation chez une larve de L ₅ de <i>S. gregaria</i> traité par l'extrait alcaloïde de <i>Pergularia tomentosa</i>	53
10	Noircissement de la face ventrale d'une larve de L ₅ de <i>S. gregaria</i> traité par l'extrait alcaloïde <i>Pergularia tomentosa</i>	54

table des matières

table des matières

Introduction	01
Chapitre I - Généralité sur le Criquet pèlerin <i>Schistocerca gregaria</i>	
(Forskål, 1775)	
I.1.- Position systématique.....	04
I.2.- Morphologie	05
I.3.- Biologie de Criquet pèlerin.....	05
I.3.1.- Ponte	06
I.3.2- Développement embryonnaire.....	07
I.3.3- Larve et développement larvaire	08
I.3.3.1.- Larve solitaire	09
I.3.3.2.- Larve grégaire.....	09
I.3.3.3.- Larve transien	10
I.3.4.- Imago et Développement imaginal.....	10
I.3.4.2.- Imagos solitaires	11
I.3.4.3.- Imagos grégaires.....	11
I.4.- Ecologie du Criquet pèlerin.....	12
I.5.- Aire de distribution géographique.....	13
I.5.1- Aire d'invasion.....	13
I.5.2.- Aire de rémission.....	14
I.5.3.- Aires grégarigènes	14
I.6.- Comportement alimentaire	15
I.7- Dégats et importance économique.....	16

I.8.- Lutte antiacridienne	17
I.8.1.- Lutte préventive	18
I.8.2.- Lutte écologique	19
I.8.3.- Lutte physique	19
I.8.4.- Lutte chimique	20
I.8.5- Ennemies naturelles du Criquet pèlerin.....	22
I.8.5.1.- Parasites et parasitoïdes	23
I.8.5.2.- Prédateurs	24
I.8.5.3.- Agents pathogènes.....	24
I.8.6- Plantes acridifuges ou acridicides.....	25
I.9- Lutte intégrée.....	27

Chapitre II- Méthodologie de travail

II.1.- Principe adopté.....	31
II.2.- Matériel d'étude	31
II.2.1.- Matériel biologique	31
II.2.1.1.- Choix de la plante.....	31
II.2.1.1.1.- <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	32
II.2.1.1.1.1.- Position systématique.....	32
II.2.1.1.1.2.- Description botanique	32
II.2.1.1.1.3- Usages	33
II.2.1.1.2.- <i>Capparis spinosa</i> L.....	34
II.2.1.1.2.1.- Position systématique.....	34
II.2.1.1.2.2.- Description botanique	34
II.2.1.1.2.3- Usages.....	35
2.2.1.2.- Choix de stades.....	36
2.2.1.3.- Matériel utilisé au laboratoire.....	37
2.3.- Préparation des extraits végétaux.....	37
2.3.1.- Macération à l'acétone.....	37
2.3.2.- Extraction par reflux dans une solution (méthanol/ eau).....	38
2.3.2.- Extraction des alcaloïdes totaux	38
2.4.- Tests biologiques.....	39
2.5.- Méthode d'exploitation des résultats	40

2.5.1.- Le temps létal 50 (TL ₅₀).....	40
2.5.2.- Calcul de coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa)	41
Chapitre III- Résultats et Discussion.....	42
Conclusion.....	57
Référence bibliographique.....	58

Introduction :

Parmi les acridiens nuisibles à l'agriculture, le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) occupe une place particulière chez les ravageurs. Il constitue une menace quasi permanente pour les plantes cultivées et les pâturages dans de nombreux pays du monde (ABBACI ET HAMZA, 2005).

L'Algérie est considérée comme l'un des pays où les acridiens ont une grande importance économique.

Depuis une quarantaine d'années, elles se font plus rares. Cette situation résulte largement d'une meilleure connaissance du problème associée à l'apparition de nouveaux moyens de surveillance et de lutte. La stratégie de prévention actuellement conduite par les pays repose sur la connaissance des foyers de grégarisation. C'est là que se forment les premiers rassemblements (bandes larvaires et essaims) qu'il convient d'éliminer précocement avant qu'ils ne se disséminent et ne soient à l'origine d'une invasion. Une connaissance précise de la localisation et du fonctionnement de ces foyers de grégarisation, pour la plupart situés en zones désertiques, est indispensable (DURANTON, M. LECOQ, 1990).

Le Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), est le ravageur majeur pour de nombreux pays d'Afrique, du Proche et Moyen-Orient. Depuis des siècles, les invasions se sont succédé à un rythme élevé, est l'un des ravageurs les plus redoutables à l'échelle planétaire, un véritable fléau. Des chroniques médiévales certifient que ses ravages ont continué de façon ininterrompue, sous forme de crises successives. Quatre facteurs donnent à cet acridien une importance particulière :

- sa grande mobilité (le Criquet pèlerin peut parcourir plusieurs centaines de kilomètres par jour),
- la fréquence élevée de ses invasions (deux à quatre par siècle),
- sa voracité (le Criquet pèlerin est réputé consommer son propre poids de matière végétale fraîche par jour),
- sa polyphagie, en phase grégaire (absence de discrimination alimentaire de sorte que pratiquement toutes les plantes cultivées ou sauvages risquent d'être attaquées).
- Les moyens de lutte utilisée contre cet insecte sont essentiellement de l'ordre chimique. Ces insecticides provoquent une accumulation significative de matière active dans les écosystèmes traités ce qui provoque une intoxication de l'homme, des bétails, des insectes axillaires et de la faune non cible (LECOQ, 1991).

Les ressources végétales spontanées du Sahara constituent une flore d'environ 500 espèces de plantes supérieures (OZENDA, 1983), dont une partie reste de nos jours utilisée par les populations comme plantes médicinales.

Le Sahara, le plus vaste et le plus chaud des déserts du monde, possède dans sa partie Nord, le Sahara septentrional, une végétation diffuse et clairsemée (OZENDA P, 1979 et UNESCO, 1960).

L'état de la flore spontanée dans cette zone ainsi que, les relations entre le règne animal et les espèces végétales, méritent une attention particulière. Certaines espèces possèdent des propriétés pharmacologiques qui leur confèrent un intérêt médical. Les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales ont été pendant longtemps le principal, voire l'unique recours de la tradition orale pour soigner les pathologies, en même temps que la matière première pour la médecine moderne (JEAN V. et JIRI S., 1983). En Algérie en général, l'industrie pharmaceutique, mais également des médecins et des chimistes cherchent à mieux connaître le patrimoine des espèces spontanées utilisées en médecine traditionnelle. Leurs modes d'utilisation, leurs indications dans diverses pathologies ainsi les principes actifs sont étudiés depuis une vingtaine d'années (DJEBAÏLI S., 1984 et *al*).

Une fois les zones de pullulation et de multiplication du Criquet pèlerin localisées et décrites, il faut prévoir des opérations de lutte dans ces zones ou dans les zones qui présentent des risques pour les cultures. Le dépouillement des archives de l'I.N.P.V. indique que la lutte est essentiellement chimique.

Pour faire face aux invasions du Criquet pèlerin, la lutte chimique a largement contribué à éviter le pire par l'utilisation de tout un arsenal d'insecticides. Cependant, elle a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme et du bétail, la raréfaction et la destruction de la faune utile et les insectes auxiliaires (LAUNOIS-LUONG et al, 1995). Dans la quête de nouvelles techniques pour protéger les cultures, l'intérêt des scientifiques se tourne vers la lutte biologique. Pour diversifier les techniques d'intervention, une lutte alternative est envisagée en utilisant des plantes toxiques.

Il est constaté que certaines plantes du Sahara septentrional Est Algérienne sont épargnées ou bien moins consommées par le criquet que autre espèces. A partir de ce constate, la présence étude porte sur une étude comparative de la toxicité de deux plantes épargnées par ce locuste du désert au Sahara septentrional Est Algérienne.

L'objectif de ce travail est de testé la toxicité de quelques espèces végétales du Sahara septentrional Est sur les larves de *S. gregaria*, étudié l'impact de leur extrais et Trouvé des matières actives d'origine végétale efficaces dans la lutte antiacridienne.

La présente étude comporte trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique sur le Criquet pèlerin, faisant ressortir les aspects écologiques, morphologiques et physiologiques, le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la méthodologie adoptée pour la partie expérimentale, soit le principe adopté pour l'étude, le choix des espèces végétales, les protocoles suivis pour l'extraction des principes actifs, les tests biologiques et le troisième chapitre que l'exploitation des résultats qui seront suivis d'une discussion et interprétation pour cette étude. Une conclusion générale qui est un ensemble de réflexions achève ce travail

Chapitre I - Généralité sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)

Le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) est une espèce du criquet de type locuste présentant ainsi le phénomène de polymorphismes phasaire qui lui permet de s'adapter à des conditions environnementales variables (DURANTON et LECOQ, 1991).

I.1.- Position systématique

Le Criquet pèlerin appartient à l'ordre des Orthoptères regroupant les insectes ayant des ailes droites sans aucune ligne de plicature transversale et que les ailes membranaires (métathoracique) se replient au repos en éventail suivant des axes de plis longitudinaux. Cet ordre se subdivise en deux sous ordres: les Ensifères et les Caelifères. Les Ensifères présentent des antennes qui dépassent nettement la longueur du corps, un oviscapte allongé plus ou moins courbé souvent aussi long que le corps. Un organe tympanique se situe sur la face interne du tibia intérieur. Les Caelifères possèdent des antennes courtes, ne dépassant guère la limite postérieure du pronotum, un petit appareil de ponte constitué par des valves et un organe tympanique situé de part et d'autre du premier segment abdominal (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994). Selon GRASSE (1970), la position systématique du Criquet pèlerin est comme suit:

Embranchement :	Arthropode
Sous Embranchement :	Mandibulate
Classe:	Insectes
Sous classe:	Ptérygotes
Super ordre:	Orthoptéroïdes
Ordre:	Orthoptères
Sous ordre:	Caelifères
Super famille:	Acridoides
Famille:	Acrididae
Sous famille:	Cyrtacanthacridinae
Genre:	Schistocerca
Espèce:	<i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775)

S. gregaria présente deux sous espèces: l'une est la plus connue, et plus répartie à travers le monde, est *S. gregaria gregaria* (Forskål, 1775), son nom commun est le Criquet pèlerin ou Criquet du désert; et l'autre est *S. gregaria flaviventris* (Burmeister, 1838), modestement répartie en Afrique du Sud-ouest (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997).

I.2.- Morphologie

Le Criquet pèlerin est un acridien de grande taille. Généralement les femelles mesurent de 70 à 90 mm de long, alors que les mâles de 60 à 75 mm. Les antennes sont filiformes. La carène médiane est assez basse, presque inexistante dans sa partie antérieure. Le pronotum est légèrement comprimé dans le prozone. Son bord postérieur est anguleux. Le tubercule prosternal est bien développé, arrondi, mince, à apex émoussé, légèrement incliné vers l'arrière. Les lobes latéraux mésosternaux sont plus ou moins rectangulaires, plus longs que larges (DURANTON et LECOQ, 1991).

Les élytres comme les ailes sont longues, dépassant nettement l'extrémité abdominale. Les ailes postérieures sont toujours hyalines ou monochromes, rosâtres ou jaunes, selon la phase de l'individu. Les cerques mâles sont courts, rectangulaires et la plaque sous génitale est bilobée, avec une échancrure triangulaire au sommet (DURANTON et LECOQ, 1990; MISTCHENKO, 1952 cité par LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). Les jeunes imagos solitaires sont verts pâles, brunâtres ou grisâtres. Les mâles jaunissent faiblement à la maturation sexuelle. Les côtés du pronotum sont parcourus par des bandes foncées et claires. Les élytres des solitaires présentent une maculature floue, peu contrastée, par contre ceux des grégaires sont fortement maculés (STOROZHENKO, 1991 cité par LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997).

I.3.- Biologie de Criquet pèlerin

Comme chez tous les insectes, *Schistocerca gregaria* franchit successivement trois étapes de développement au cours de sa vie pour accomplir une génération. Il passe par les stades œuf, larve, et imago (adulte) (figure 1) (DURANTON et LECOQ, 1991). Le Criquet pèlerin atteint 2 à 3 générations par an, avec un arrêt de développement facultatif à l'état imaginal ou quiescence au cours des périodes sèches (POPOV, *al.*, 1990). Chaque génération dure environ 2 à 6 mois (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

I.3.1.- Ponte

Les grégaires se caractérisent par trois périodes de reproduction, déterminant en général trois générations: une génération estivale tropicale; une génération automno-hivernale méditerranéenne et une génération hiverno-printanière méditerranéenne (ANNIE-MONARD, 1991).

D'après POPOV (1990), La copulation dure plusieurs heures (jusqu'à 14h). Le sperme est transmis à l'intérieur d'une sorte de sac allongé, fabriqué par le mâle, appelé le spermatophore. Il est stocké chez la femelle dans un organe spécial connu sous le nom de spermathèque. La fécondation des ovocytes se fait lors de la ponte et les spermatozoïdes contenus dans la spermathèque peuvent être utilisés pour féconder plus d'une série d'œufs (DURANTON et LECOQ, 1990). La ponte se fait sur les terres plus ou moins arborées, sur des sols sableux associés à des accidents géomorphologiques, pentes, cordons dunaires..., qui sont les emplacements préférés pour le Criquet pèlerin. DURANTON et LECOQ (1990) parlent des sols de ponte qui peuvent être variés, depuis le sable grossier jusqu'aux sols argilo-limoneux. L'humidité de ces sols est indispensable pour la ponte, au moins 200mm pour les sols sableux; pour que cette humidité arrive à 15 cm de profondeur.

La femelle recherche ces conditions en tâtant le sol avec son extrémité abdominale et en procédant à des tentatives de "forage". Elle fore le sol à l'aide des valves génitales. Elle recourbe l'abdomen de manière à ce que son extrémité soit perpendiculaire au substrat et creuse en écartant et en refermant les valves génitales. L'opération de forage s'accompagne d'une élongation de l'abdomen. La taille de l'abdomen peut doubler grâce à son élasticité autorisée par les membranes inter segmentaires (CHARA, 1995).

Si les conditions ne sont pas réunies, le criquet pèlerin reste 72 heures à la recherche du sol favorable à la ponte, à défaut les œufs sont déposés ou lâchés sur le sol où ils se dessèchent rapidement (POPOV et *al.*, 1990). La durée de ponte est estimée à environ deux heures ou deux heures et demi. La profondeur de la disposition des oothèques est de 5 à 10 cm (DURANTON et LECOQ, 1990). Une fois le trou de ponte réalisé, la femelle dépose ses œufs grâce à des contractions abdominales. La façon dont les œufs sont rangés à l'intérieur du trou varie selon l'espèce. Les œufs ainsi déposés forment une masse appelée masse ovigère ou oothèque qui est surmontée d'un bouchon spumeux par où se font les échanges d'air avec le milieu et qui assure aux œufs une certaine protection contre les facteurs externes. A la fin de la ponte, la femelle recouvre le puits, puis obture à l'aide du bouchon spumeux avec de la

terre (CHARA, 1995). Le nombre de ponte varie de 3 à 4 chez les solitaires avec un nombre d'œufs allant de 80 à 140 par ponte. Chez les grégaires, le nombre de pontes est de 2 à 3 avec un nombre d'œufs de 50 à 70 par ponte (DURANTON et LECOQ, 1990; POPOV et *al.*, 1990).

I.3.2- Développement embryonnaire

La durée d'incubation des œufs qui est du premier jour de ponte au jour d'éclosion, dépend essentiellement de la température, l'humidité du sol, mais aussi de la température de l'air. OULD EL HADJ (1991) signale qu'en fonction de la température de l'air la durée d'incubation des œufs en milieu naturel varie de 7 à 10 jours. Selon DHOUBI (1994) la durée au laboratoire est de 14 jours \pm 1 jour avec une température de 30 à 35 °C.

Juste après la ponte, les œufs absorbent l'eau et amorcent leur développement. Une fois que l'œuf absorbe suffisamment d'eau; la durée de développement embryonnaire dépend essentiellement de la température du sol et de son état d'humidité. En cas de manque d'eau, les œufs entrent dans une période de quiescence limitée (KORICHI, 1996). Cette période de quiescence est limitée à 2 mois, sinon les œufs se dessèchent (DURANTON et LECOQ, 1990).

A chaque stade de développement de l'embryon correspond une classe d'âge de l'œuf. Certains auteurs décrivent 23 stades de développement de l'embryon pour *Schistocerca gregaria* (SHULOV et PENER, 1963 cités par CHARA, 1995) DURANTON et LECOQ (1990) mentionnent huit stades de différenciations embryonnaires:

- **Stade 1:** Œuf relativement maigre, venant d'être pondu et n'ayant pas encore absorbé d'eau; aucune structure n'est visible, l'intérieur est uniformément jaune. L'embryon ne dépasse pas 1 mm de long à l'intérieur de l'œuf qui en fait 6 ou 7.
- **Stade 2:** Œuf plus gros, ayant déjà absorbé de l'eau; l'embryon est difficilement visible à une extrémité de l'œuf, sous forme d'une petite zone de 1 à 2 mm de long, légèrement plus transparente et plus blanchâtre que le reste de l'œuf.
- **Stade 3:** L'embryon effectue un retournement dans l'œuf et on l'observe, arqué, au niveau du pôle postérieur qui prend une teinte grisâtre.
- **Stade 4:** Couleur grisâtre de la partie de l'œuf où se trouve l'embryon; la longueur de ce dernier est inférieure ou égale à la moitié de celle de l'œuf.

- **Stade 5:** L'embryon occupe entre la moitié et les deux tiers de la longueur de l'œuf. Les yeux se pigmentent en noir (chez les grégaires) et deviennent visibles par transparence.
- **Stade 6:** Les yeux sont visibles au quart antérieur de l'œuf.
- **Stade 7:** L'embryon occupe entièrement l'œuf. Il n'y a plus de traces de vitellus. Les yeux composés sont au pôle antérieur et le reste du corps n'est pas encore pigmenté.
- **Stade 8:** L'embryon occupe entièrement l'œuf et est prêt à éclore. Les différents segments du corps ainsi que les pattes sont bien visibles.

I.3.3- Larve et développement larvaire

A l'éclosion, la première forme larvaire dite vériforme progresse vers la surface du sol par répartition. Très peu de temps après, la larve va se débarrasser de sa cuticule post-embryonnaire et devient larve de 1^{er} stade. Elle passe ensuite par cinq stades larvaires. Toutefois, chez les solitaires, elle peut aller jusqu'à six stades larvaires. Le stade supplémentaire se situe entre le 3^e et le 4^e stade, et muant entre chaque stade (DURANTON et LECOQ, 1990; SYMMONS et CRESSMAN, 2001). La durée de l'ensemble des stades larvaires est en fonction de la température de l'air, l'humidité relative, le sexe et l'état phasaire des individus. Elle varie de 30 à 90 jours pour les solitaires, 25 à 50 jours pour les grégaires (DURANTON et LECOQ, 1990).

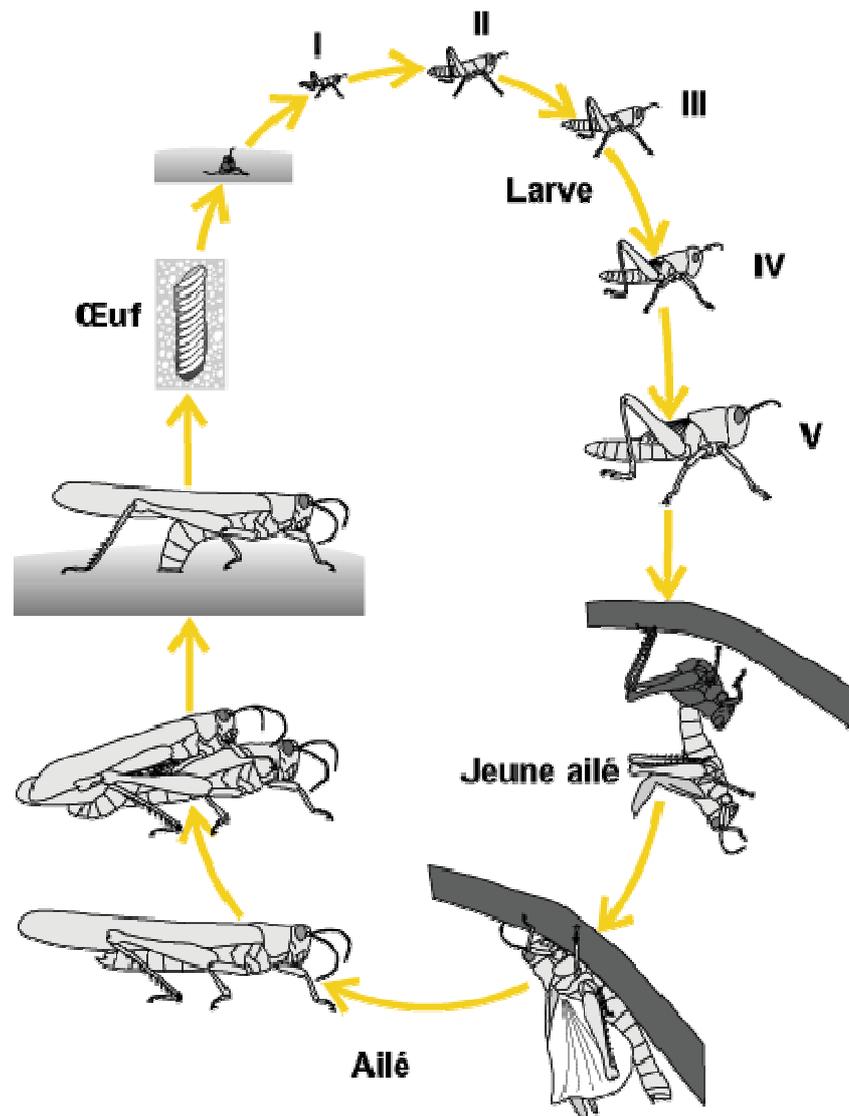


Figure 1- Cycle biologique de développement de *Schistocerca gregaria* (CIRAD, 2003)

I.3.3.1.- Larve solitaire :

Les larves solitaires, se distinguent des larves grégaires par la pigmentation ainsi que la couleur verte qui caractérise les larves solitaires. Aux stades les plus avancés, le vert évolue au brun (Photo 1) (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.3.3.2.- Larve grégaire:

Les larves grégaires, les deux premiers stades larvaires 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 de 3 à 5 possèdent une tache occipitale rouge (Photo 2) (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.3.3.3.- Larve transien

Les larves de la phase transiens possèdent une teinte identique à celle des grégaires, mais le développement de la maculature est plus ou moins accentué (DURANTON et LECOQ, 1990)



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



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

I.3.4.- Imago et Développement imaginal

L'imago désigne l'insecte ayant effectué toutes ses mues. Il peut se reproduire lorsqu'il achève sa maturité sexuelle (BALANÇA et DE VISSHER, 1992). Il se distingue deux types d'imagos chez les locustes, caractérisant deux états de populations différentes dont des solitaires et des grégaires qui se distinguent par des différences morphologiques et comportementales (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

Suite à la mue imaginale, les larves du cinquième stade donneront des imagos à cuticule mou qui durcit progressivement après 5 à 10 jours selon les conditions de températures ambiantes. Après cette étape, l'imago est capable de marcher, puis de sauter et voler localement grâce au développement des muscles. Une fois l'étape de durcissement cuticulaire est achevée, le jeune imago se consacre surtout à la recherche d'un biotope favorable à l'alimentation. Il va connaître une augmentation progressive du poids par accumulation de corps gras, lui permettant d'entreprendre éventuellement des vols sur de grandes distances. Durant cette phase, les ovaires restent en pré-vitellogénèse. Les individus peuvent rester sexuellement immatures des mois (au maximum 6 mois) jusqu'à la rencontre des conditions écologiques propices (Température et humidité adéquate, disponibilité du couvert végétal. La maturation sexuelle de *S. gregaria* est conditionnée par les conditions écologiques favorables en particulier la pluie. Dès que cet acridien rencontre des conditions favorables à la reproduction, les populations deviennent sexuellement matures (DURANTON et LECOQ, 1990). Si la végétation est abondante, les températures journalières maximales égales ou supérieures à

35°C et que les précipitations permettent la croissance de la végétation, les ailés peuvent probablement pondre leurs œufs, trois semaines après la mue imaginale (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

L'accélération de ce processus est sous la dépendance d'une phéromone sexuelle dite accélératrice. Les mâles commencent leur maturation les premiers. Ils dégagent des substances chimiques (phéromones sexuelles) qui déclenchent la maturation des femelles et des autres mâles immatures; à partir de ce moment, les ovaires commencent à se développer. L'attraction entre les individus du Criquet pèlerin se passe de différentes manières. Elle pourrait être visuelle, auditive, et surtout olfactive par le biais des phéromones sexuelles qui attirent les mâles vers les femelles (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.3.4.2.- Imagos solitaires

Les imagos solitaires sont plus grands que les grégaires. Les femelles mesurent 60 à 90 mm de long, alors que les mâles mesurent de 45 à 60 mm, d'aspect robuste. La teinte générale est à dominante jaune sable, brune ou grise. Les yeux portent 6 à 7 stries en relation avec le nombre de stades larvaires accomplis. On note la présence de macules et des lignes sombres sur le pronotum ainsi qu'une ligne claire médiane sur le vertex de la tête. Le fémur postérieur possède une ligne noire longitudinale sur sa face externe (ligne fémorale) latéralement. La plaque du mésothorax située au dessus de l'articulation de la deuxième paire de pattes est nettement plus sombre que les parties antérieures et postérieures. Au cours de la maturation sexuelle, il y a un léger jaunissement des mâles. Chez les individus immatures, les ailes sont hyalines (LAUNOIS-LUONG et POPOV, 1992; DURANTON et LECOQ, 1990).

I.3.4.3.- Imagos grégaires

Le Criquet du désert est l'espèce de locuste la plus sensible à la densité et chez qui la grégari-aptitude est la plus exacerbée. Le changement phasaire s'amorce à partir de 500 imagos /ha (LECOQ, 1988). Chez les grégaires, la teinte générale du corps est plus homogène que chez les solitaires. La coloration est rose à rouge brunâtre pour les imagos immatures, et jaune chez les imagos matures. Les femelles mesurent de 50 à 60mm de long et les mâles de 45 à 50mm. Ils se distinguent par leur pronotum concave, chez les imagos matures. Les yeux obscurs portent 6 stries souvent indistinctes (LAUNOIS-LUONG et POPOV, 1992). Les individus transiens peuvent présenter des colorations plus ou moins intermédiaires (DURANTON et LECOQ, 1990). Chez les grégaires ou les solitaires, le Criquet pèlerin présente des antennes filiformes (PASTRES et *al.*, 1988; LOUNOIS-LUONG et POPOV, 1992). Dans la nature, la longévité des imagos du Criquet pèlerin, varie en moyenne de 34 à

230 jours en fonction essentiellement de l'existence ou non d'une période de quiescence imaginaire ou bien à la durée de celle-ci (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.4.- Ecologie du Criquet pèlerin

Le Criquet pèlerin vit dans les zones désertiques et sub désertiques où la précipitation est inférieure à 100mm/an. De même, les populations acridiennes solitaires ou grégaires affectionnent les milieux ouverts où pousse une végétation constituée de plantes herbacées et arbustives. C'est donc un insecte xérophile et thermophile (LAUNOIS LUONG et LECOQ, 1989).

La survie des larves dépend de la présence d'une végétation fraîche, seul l'imago est quelque peu résistant (POPOV *et al.*, 1991). En Afrique de l'Ouest, tous les biotopes de grégarisation sont liés au réseau hydrographique et correspondent à des zones d'épandage d'oueds et à des cuvettes endoréiques où les apports en eau sont plus ou moins importants et les ressources hydriques bien supérieures à la seule pluviosité locale. Ces biotopes couvrent environ 13% des surfaces colonisables par cet acridien en Afrique Nord occidentale. Pour le Criquet du désert, les milieux peuvent se répartir en quatre catégories principales:

- Milieux hostiles où cette locuste ne peut survivre: Il s'agit de biotopes qui ont été évités par les reproductrices à la recherche de sites de ponte. En Afrique occidentale, ils se présentent par des milieux arides plus ou moins rocailleux, des milieux halotrophes (dépressions salées) et des milieux hyper-hygrotrophes (oueds stagnants, mares et dépressions inondées) (LAUNOIS LUONG et LECOQ, 1989).
- Biotopes de survie où le Criquet pèlerin peut subsister en attendant l'apparition de conditions meilleures, permettant une amorce de la maturation sexuelle. Ce sont le plus souvent des biotopes de passage exploités au cours de déplacements à moyenne ou longue distances.
- Biotopes de reproduction où le Criquet pèlerin peut non seulement survivre mais trouve une alimentation et une nature du sol qui lui permet d'effectuer sa 1/2^e Cm maturation sexuelle, une production d'œufs suffisante et la ponte.
- Biotopes de grégarisation qui offrent de bonnes (ou de très bonnes) conditions de reproduction susceptibles d'aboutir directement ou indirectement à des densités, pouvant entraîner la transformation phasaire (LAUNOIS LUONG et LECOQ, 1989).

Concernant les biotopes de survie, cet acridien dispose de conditions écologiques peu favorables. Ces biotopes sont le plus souvent des milieux de passage exploités au cours des

déplacements. La végétation n'offre guère d'intérêt pour lui, tant sur le plan alimentaire que sur celui de l'abri, il s'agit en effet de biotopes extensifs où les apports hydriques sont faibles et le ruissellement est plus au moins important, à l'exclusion de quelques abords de Sebkhah (en zone saharienne). Ce sont des regs de natures diverses, et de physionomies variées (regs argileux, limoneux, graveleux, sableux, etc...). (DURANTON et LECOQ, 1990).

L'ensemble de ces biotopes couvre plus de 70% des surfaces colonisables par le criquet pèlerin en Afrique Nord Occidentale. Ses milieux de reproduction sont le plus souvent de type extensif. Ils doivent recevoir une pluviosité abondante et régulière (pluviosité annuelle de 500 à 600 mm); et un sol sablonneux, voir des regs couverts de végétation, situés à des latitudes relativement basses (vers le 15° parallèle Nord) et où croissent les steppes arbustives plus ou moins denses (DURANTON et LECOQ, 1990).

A ces biotopes Nord sahéliens, il faut adjoindre des biotopes sahariens, comme certains abords de Sebkhahs, des dépressions ou de quelques Oueds. Ses habitats couvrent un peu plus de 8% des surfaces colonisables par le criquet en Afrique Nord Occidentale (DURANTON et LECOQ, 1990).

I.5.- Air de distribution géographique

Pour le Criquet pèlerin l'air de distribution géographique peut se différencier en trois classes dont l'air d'invasion, l'air de rémission et l'air grégarigène.

I.5.1- Aire d'invasion

L'aire d'invasion est beaucoup plus étendue que l'aire de rémission (figure 01). Elle couvre environ 30 millions de km²; soit plus de 20% de terres émergées correspondant à une soixantaine de pays. Elle est limitée à l'Ouest par l'Océan atlantique, au Nord par la mer méditerranéenne, la mer capsienne, 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 sont concernées que par l'invasion des insectes errants. Les zones de reproduction intéressent environ 13,6 millions de km². Pendant la période d'invasion qui intervient généralement à la suite d'une succession d'années pluvieuses, donc favorables à la reproduction et à la grégarisation, les essaims se reproduisent sur des étendues beaucoup plus vastes que celles utilisées par les populations solitaires. Dès que les conditions écologiques deviennent défavorables dans une de région, les populations de Criquet pèlerin effectuent des migrations

vers les régions les plus potentielles en parcourant des centaines voire des milliers de Km (LAUNOIS LUONG et LECOQ, 1989).

I.5.2.- Aire de rémission

En période de rémission, *Schistocerca gregaria* se trouve en phase solitaire à des faibles densités sur une ceinture de 16 millions de Km² des régions arides et semi-arides, dans un territoire qui s'étend de l'Ouest Atlantique au Nord est de l'Inde (figure 1). Les biotopes favorable 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-Air, l'Adrar mauritanien et le Tiriss Zemmour) (LAUNOIS LUONG et POPOV ,1992). 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 de deux millions de km². 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 (GUENDOZ- BENRIMA, 2005). Seul le Sahara central et le Sahara méridional sont concernés par des reproductions régulières ou chroniques du Criquet pèlerin solitaire (POPOV, 1997; GUENDOZ- BENRIMA, 2005).

I.5.3.- 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 région orientale: La frontière Indo-pakistanaise où les systèmes de vents favorisent des concentrations importantes des populations;
- La région centrale: 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;
- La région occidentale:Zones frontalières algéro-nigéro-maliennes et centre Est Mauritanien, 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 d'été pour la première et aux dépressions provenant du Nord et de l'Atlantique pour la seconde (INPV, 1999; GUENDOUZ-BENRIMA, 2005).

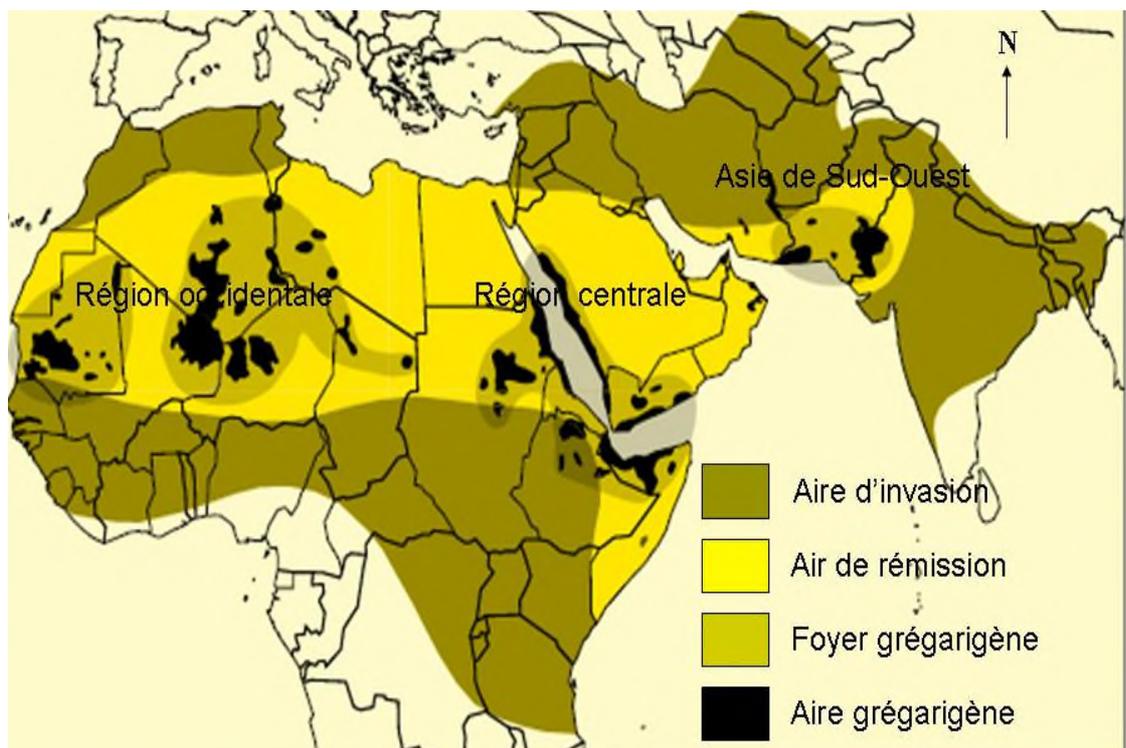


Figure 2: Aire de distribution géographique du *S. gregaria* (LECOQ, 2004)

I.6.- Comportement alimentaire

Il est communément admis que le comportement des insectes dans la sélection des substrats alimentaires est un changement dans l'opportunité de consommer une plante plutôt qu'une autre (MOUMEN, 1997). En effet, le choix par l'insecte d'une végétation comme aliment, dépend de la présence des substances stimulant ou inhibant la prise de nourriture. Le Criquet pèlerin malgré sa polyphagie présente une prédilection marquée pour certaines plantes comme les Graminées, les Crucifères, les Légumineuses (UVAROV, 1928 cités par DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994).

HALOUANE (1997) remarque que *Schistocercagregaria* s'accommode bien avec le chou comme substrat alimentaire. TAIL (1998) souligne la préférence de locuste pour le blé dur *Triticum durum*. Certaines espèces végétales ont un pouvoir répulsif, antiappétantes ou toxiques sur le criquet du désert. En effet, les Méliacées (*Melia azedarach* et *Azadirachta indica*) sont connues depuis longtemps pour leur effet dissuasif sur les insectes (DOUMBIA, 1994). De ce fait, des travaux ont montré l'effet répulsif de *Melia azedarach* sur le Criquet pèlerin (TAIL, 1998; 1998; MOUSSA, 2000), ainsi que *Azadirachta indica*. *Nerium oleander* et *Inula viscosa* semblent avoir respectivement un effet dissuasif et un effet antiappétant sur *Schistocerca gregaria* (TAIL, 1998). Il arrive que des espèces végétales soient consommées malgré leur toxicité, lorsque les insectes sont affamés ou manquent d'eau. C'est le cas d'*Eucalyptus occidentalis* et de *Cestrum parquii* (BARBOUCH et al., 1995 cités par MOUMEN, 1997).

I.7- Dégâts et importance économique

Les invasions du criquet pèlerin sont connues depuis des millénaires, peuvent se succéder à une fréquence élevée en l'absence de toute intervention de lutte. Les périodes de rémission sont généralement brèves, alors que les périodes d'invasions peuvent durer une décennie ou plus. De 1860 à 2003, huit périodes d'invasions généralisées se sont succédées, certaines pouvant durer jusqu'à 22 années (1860-1867, 1869-1881, 1888-1910, 1912-1919, 1926-1935, 1940-1947, 1949-1962 et 1987-1989). Cette dernière invasion, suivie de recrudescences locales en 1992-1994 et en 1997-1998, a relancé le débat sur l'importance économique de cette espèce. L'intérêt de mettre en place un dispositif de prévention rénovée et de relancer la coopération régionale et internationale sur ce sujet (SYMMONS et CRESSMAN, 2001; LECOQ, 2004).

Les dégâts causés par les acridiens sont difficiles à évaluer quantitativement, mais il est sûr qu'un agriculteur ayant connu une invasion acridienne s'en souviendra toute sa vie (LAUNOIS-LUONG et al., 1988). APPERT et DEUSE (1982) signalent que les dégâts infligés par les criquets aux cultures et aux pâturages sont de deux types:

Dégâts directs: Il s'agit de prélèvements alimentaires sur les feuilles, les fleurs, les fruits, les jeunes pousses, les jeunes écorces, les semences et parfois le collet et la partie supérieure des racines, ce qui réduit la photosynthèse, diminue l'espérance de récoltes, ou bien la destruction totale de la végétation (APPERT et DEUSE, 1982; LAUNOIS-LUONG et al., 1988).

Dégâts indirects: Les dégâts concernent la rupture mécanique des branches sous le poids des ailés posés en grand nombre; les blessures des plantes consécutives aux morsures. Elles présentent deux conséquences: la première est l'ouverture d'une voie d'infection aux maladies et des pénétrations pour les parasites, et la création d'une lésion des vaisseaux, conduisant la sève brute et celle élaborée; ceux-ci entraînent une prolifération des maladies et des parasites, conduisant à une destruction végétative (APPERT et DEUSE, 1982).

De très nombreuses plantes, ligneuses ou herbacées sont susceptibles d'être attaquées. Au Maghreb, les céréales, la vigne, les cultures maraîchères semblent particulièrement plus attaqués (LECOQ, 2004). Au sahel, les céréales occupent la première place. Le mil, le maïs, le sorgho, le riz sont particulièrement sensibles nettement plus que le coton, le niébé et l'arachide (LAUNOIS-LUONG *et al.*, 1988). Dans le passé, les pertes dues aux invasions acridiennes n'ont malheureusement été que trop rarement estimées. Quelques chiffres sont cependant très démonstratifs. 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 l'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 50% sur 1 million d'hectares de pâturages 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 dernière campagne 2003-2005 peut être estimé à environ 400 millions de 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.8.- Lutte antiacridienne

La lutte contre les ennemis de cultures associe dans un programme toutes les méthodes appropriées qui sont compatibles entre elles en vu de réduire les populations de ravageurs et les maintenir à des niveaux inférieurs à ceux où ils causent des dommages économiques au culturales (MOUMEN, 1995). A cet effet un ensemble de moyens de lutte: préventive, écologique, physique, chimique et biologique est mit en ouvre pour combattre ce fléau.

I.8.1.- Lutte préventive

Les pullulations, les recrudescences et les invasions du Criquet pèlerin se développent de temps à autre et sont liées à des périodes de pluies favorables sur de vastes étendues. Ces épisodes de pullulations sont interrompus par des périodes de rémission au cours desquelles les populations solitaires de ce criquet ne sont présentes qu'en effectifs très faibles et sont limitées à une zone géographique restreinte, essentiellement en zones désertiques et loin des cultures (LECOQ, 2004). La prévention est la meilleure stratégie de lutte contre les criquets économiquement et écologiquement acceptable. Les pullulations acridiennes peuvent être gérées efficacement par l'application des stratégies de prévention, élément important dans le dispositif de lutte contre la pauvreté de nombreux pays. Ces stratégies consistent à surveiller en permanence les aires grégarigènes et à détruire les premières pullulations par des interventions de lutte sur des superficies limitées (LECOQ, 2004). Les moyens doivent être mis en œuvre pour empêcher que les effectifs du criquet n'atteignent la masse critique de transiens au delà de la quelle le processus de grégarisation généralisée devient irréversible (POPOV *et al.*, 1991). De même, DURANTON et LECOQ (1990) mentionnent que l'objectif est de prévenir tout départ d'invasion, car une fois déclenchée, elle est très difficile de l'enrayire, même avec des opérations intensives de lutte curative, et qu'alors les risques secondaires de traitements acridicides pour l'environnement sont considérables, compte tenu des surfaces concernées. La stratégie de lutte préventive contre le Criquet pèlerin se résume en trois étapes:

- La surveillance des conditions écologiques dans les aires potentielles de reproduction et de grégarisation;
- L'organisation des prospections aériennes et terrestres dans les aires devenues potentiellement favorables à la suite de précipitations abondantes;
- La lutte contre toutes les populations de criquet qui dépassent un certain seuil, principalement dans les régions réputées constituer des foyers grégarigènes.

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

- De maintenir les activités agricoles dans les zones affectées, les invasions pouvant se traduire par des abandons de cultures et des exodes ruraux;
- De lutter indirectement contre la désertification en particulier dans le cas du Criquet pèlerin, par le maintien d'activités agricoles ou pastorales et par l'existence du réseau de veille acridienne, permettant tout à la fois de localiser les zones propices aux pullulations et de contribuer plus généralement à la surveillance des conditions écologiques et la connaissance des zones désertiques fréquentées par ce criquet;
- D'optimiser l'utilisation des insecticides pour limiter les quantités utilisées et les superficies affectées et, dans le cadre d'une gestion de type lutte intégrée, d'offrir, une place aux récents insecticides biologiques, agissant lentement et peu utilisables en lutte curative dans des situations d'urgence;
- De maintenir les compétences techniques nécessaires au niveau des États et de diminuer leur dépendance vis-à-vis des pays donateurs qui n'interviennent malheureusement le plus souvent que dans l'urgence (LECOQ, 2004).

I.8.2.- Lutte écologique

La lutte écologique consiste à modifier l'environnement aux désavantages de l'acridien, parmi les méthodes utilisées, DURANTON et *al.*, (1987) citent :

- L'inondation temporaire de certains sites de reproduction ;
- Le labourage des sols légers ;
- La reforestation des clairières ;
- Les semis des plantes répulsives ;
- La suppression des jachères.
- L'inconvénient de cette forme de lutte réside dans la difficulté de son application à grande échelle.

I.8.3.- Lutte physique

La lutte physique contre les acridiens est plus ancienne. Son principe consiste en la destruction des œufs, des larves et des ailés (VAYSSIRE, 1929). D'après LAUNOIS-LUONG et *al* (1992) cette méthode comprend deux formes de lutte:

- La lutte mécanique, qui se fait à deux niveaux, à savoir la destruction des oothèques par le bourrage de 10 à 15 cm de profondeur après leur dépôt (jusqu'au 5^e jour), des larves et des ailés par battage, ramassage et écrasement; et la destruction des laves et des jeunes ailés à téguments encore mous ;

- La lutte thermique, qui se fait à trois niveaux, dont rabattre les larves vers des cordons d'herbes sèches enflammées, l'utilisation des lances flammes sur des terrains pierreux, dépourvus de végétation et brûlure à l'aube avant la reprise d'activité des criquets, les touffes d'herbes où ils se réfugient la nuit pour se protéger du froid ;

I.8.4.- Lutte chimique

La lutte curative devient nécessaire quand la lutte préventive n'a pas été suffisante pour enrayer les pullulations. Une fois le fléau acridien déclaré, il n'y a plus d'autre alternative que la lutte curative. Le combat doit être organisé en situation d'urgence soit sur des aires très vastes et discontinues, soit sur des sites précis. Il faut intervenir rapidement, sans confondre rapidité d'exécution et précipitation, pour sauver ce qui peut encore l'être. Sachant qu'à cause des circonstances même de l'intervention une partie des récoltes ou des pâturages sera perdue (LAUNOIS-LUONG et *al.*, 1988).

Les pesticides chimiques sont largement utilisés pour lutter contre les invasions et les pullulations acridiennes. En effet, la lutte chimique fait appel à un arsenal très diversifié aussi bien par:

- ✓ Sa nature:
 - Organo - chlorés: HCH, Dieldrine, Lindane, Alderine, Texaphene.
 - Organo - phosphores: Fenitrothion, Malathion, Diazinon, Parathion, Chlorpyriphosethyle;
 - Carbonate: Propoxur, Carbaryl, Bendiocarbe;
 - Pyréthriinoïde de Synthèse: Deltamethrine, Cypermethrine, Paramethrine, Decamethrine, Fenvalenate;
 - Régulateurs de croissance: Telfubenzuron, et Diffubenzuron.
- ✓ Sa présentation: poudre, gaz, suspension huileuse;

Les moyens d'épandage: manuels, motorisés terrestres ou aériens (RACHADI ,1991 et MOUMEN, 1995).

Pendant des années, les produits choisis pour mener cette lutte étaient les organochlorés et en particulier la Dieldrine, un pesticide bien adapté au traitement de barrière. Il est révélé très toxique pour l'homme, les vertébrés, les abeilles, et les poissons (RAMADE, 1991; THIAM, 1991 ; MOUMEN, 1995). A la fin des années soixante dix, l'attention accordée aux problèmes de l'environnement a provoqué la diminution d'utilisation des pesticides Organochlorés pour des raisons écotoxicologiques et leur remplacement par

d'autres pesticides moins toxiques comme les Pyréthriinoïdes, les dérégulateurs de croissance ou les Analogues d'hormones (LAUNOIS-LUONG *et al.*, 1988). La plupart des pesticides modernes de substitution sont beaucoup moins toxiques et sont pour cela appliqué plus fréquemment dans les traitements de couverture (RAMADE, 1991; THIAM, 1991).

De ce fait, la majorité de pesticides utilisés durant la campagne de lutte antiacridienne 2003-2005 appartiennent à la liste des produits recommandés par le groupe consultatif sur les pesticides de l'Organisation de Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), dont les plus utilisés sont: le Chlorpiryphos, le Malathion, le Fénéthrothion et la Deltaméthrine. Ce dernier est jugé performant en termes d'effet de choc et de la vitesse de dégradation (BRADER *et al.*, 2006). Bien qu'ils soient moins toxiques que la Dieldrine, leurs impacts sur l'environnement peuvent être plus graves (DE VISSCHER, 1991; ABOUZAÏD *et al.*, 1991; SAIZONOU, 2000; PEVELING, 2000; MAMADOU *et al.*, 2005). D'après LAUNOIS-LUONG *et al.* (1988) la décision d'intervention chimique ne doit être entreprise qu'après être assurée du statu du ravageur, du niveau d'infestation et de la surface envahie.

Les opérations de lutte chimique à grande échelle demeurent encore le moyen le plus fiable pour contrôler ces ravageurs. Outre leur coût élevé (près de 300 millions dollars 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). Elles 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. En 1988, près de 26 millions d'hectares traités.

Cette vaste superficie se répartit sur 23 pays d'Afrique. De 1997 à 1999, 4,2 millions d'hectares traités au Madagascar. En 2000 plus de 8 millions d'hectares traités à Kazakhstan. Ces zones traités concernent souvent des écosystèmes fragiles (zones désertiques d'Afrique) et riches en espèces endémiques, tel que le cas de l'île de Madagascar (LECOQ, 2004). Lors de la dernière campagne de lutte antiacridienne 2003-2005, il est utilisé pour l'ensemble des pays touchés par les criquets, près de 13 millions de litres de pesticides, sur une superficie totale de 12,9 millions d'hectares (BRADER *et al.*, 2006). La lutte chimique massive pratiquée, soulève des réserves à propos de certains de ses aspects touchant à son coût, sa nocivité vis-à-vis pour l'homme, les animaux et l'environnement. Il n'est plus permis de déverser sur de vastes régions infestées, des quantités de produits chimiques aussi importantes que celles employées dans les campagnes antérieures (MAHJOUB, 1988). Les effets résultant de pollution chronique n'apparaissent qu'à très long terme. Les causes de nuisance ne sont pas faciles à mettre en évidence et les effets sont constatés à posteriori; lorsqu'ils ne peuvent

plus être évités. C'est pourquoi, il est souhaitable de prévoir les effets des pesticides avant de les utiliser et d'évaluer les risques susceptibles de concerner l'homme et son environnement (CABRIDENC *et al.*, 1980). Selon les mêmes auteurs, la prévision de l'écotoxicité d'un pesticide est un problème difficile à résoudre du fait de la complexité des mécanismes en cause et de la multiplicité des organismes concernés. Les acridicides sont en effet systématiquement tous présumés néfastes puisque la totalité contient des substances actives classées au code de la santé publique comme substances vénéneuses, dites toxiques et nocives. Les produits toxiques diffusés volontairement ou non ont un devenir qu'il importe de connaître puis de surveiller avec soin. La pollution des écosystèmes naturels par un produit toxique peu biodégradable se traduit, à plus ou moins long terme, par une série de phénomènes écotoxicologiques, souvent très complexes. Une utilisation irrationnelle des pesticides peut avoir un impact négatif sur l'homme et sur l'environnement. Il peut arriver selon (THIAM, 1991; RAMADE, 1991; PEVELING, 2000), une dégradation du pesticide dans le sol en métabolites encore plus dangereux, sous l'effet de la chaleur. De même, il arrive un lessivage du pesticide suivi de la contamination de la nappe phréatique. Les zones d'épandage des acridicides se caractérisent par des sols sablonneux en général. Dans ces sols vu les pores d'un trop grand diamètre, les eaux de ruissellement polluées par les pesticides ne sont pas retenues dans les couches superficielles, mais s'infiltrent et gagnent les couches profondes. Ainsi, la composition des eaux profondes dépend de la qualité physico-chimique de ces eaux; une telle qualité que l'on retrouve dans la nappe phréatique. Il peut arriver aussi que les acridicides présentent un effet négatif sur les organismes, tels que les oiseaux, les mammifères sauvages ou domestiques (OULD EL HADJ *et al.*, 2007a). Pour JOUAN (1980), deux types de risques se présentent alors que l'on peut rattacher dans un langage courant:

- Risque écologique: effet sur la faune et la flore ;
- Risque toxicologique: risque pour l'homme.

Le problème est complexe, car le plus souvent nous ne disposons qu'aucune connaissance concernant l'évolution d'un acridicide, son métabolisme, ses possibilités de bioaccumulation ou de biomagnification et les phénomènes de synergie, résultant de la présence simultanée d'autres substances ou des conditions du milieu aride. Cependant, l'arsenal chimique utilisé en lutte antiacridienne est très diversifié (OULD EL HADJ *et al.*, 2007).

I.8.5- Ennemies naturelles du Criquet pèlerin

Pratiquement tous les organismes vivants peuvent être considérés comme des ennemis naturels selon l'angle avec lequel on examine leur écologie. Dans le contexte de lutte biologique contre les insectes ravageurs quatre groupes d'organismes, sont surtout utilisés. Ce sont les micro-organismes, les nématodes, les prédateurs, et les parasitoïdes BOIVIN (2001).

Pour GREATHEA et *al.* (1994), les acridiens sont aussi la proie d'un grand nombre d'ennemis naturels vertébrés et invertébrés.

I.8.5.1.- Parasites et parasitoïdes

Par définition les organismes vivants qui dépendent une partie ou la totalité de leur vie, s'alimentent aux dépens d'un autre organisme (son hôte), sans entraîner forcément sa mort, à court terme sont des parasites. Un parasitoïde est un organisme vivant qui sévit au dépend d'un autre organisme vivant (hôte) et qui le tue à la fin de son développement (BALANÇA et DE VISSCHER, 1992). Les larves et les imagos des acridiens sont l'hôte de certains organismes parasites, en particulier des mouches tels que: Tachinidae, Nemestrinidae, Sarcophagidae; des Nématodes de la famille de Nermithideas (GREATHEA et *al.*, 1994); et des acariens ectoparasites sont souvent observés sur les criquets en Algérie, en citant l'espèce *Trombidium parasitica* Lae. (Actinedida- Trombidiidae) (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994). Les oothèques, les larves ainsi que les imagos des acridiens sont des hôtes de certains organismes parasites et parasitoïdes. UVAROV mentionne l'existence des parasitoïdes sur les oothèques du Criquet pèlerin, il s'agit des Diptères calliphorides, tels que *Stomorhina lunata* et *Oophago myiplotnikovii* (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). QUENTIN et SEUREAU (1975) note *Seuratum cadarachense* (Nematoda-Seuratoidea), comme parasite de tube digestif de *Locustami gratoria* (Linnée, 1758).

En Somalie et en Erythrie, *Blaesoxipha agrestis* et *Blaesoxipha filipjevi* (Sarcophagidae) sont observés parasiter des larves et des imagos de criquet pèlerin. *Trichopsidae costala* (Nemestrinidae) parasite 30% de criquet pèlerin sur les cotes de la Mer Rouge. Les parasites des larves et des imagos des acridiens sont principalement des nématodes, chez le criquet pèlerin *M. nigrescens* (Mermithidae) entraîne un retard de la synthèse des protéines du corps gras inhibant le processus de la mue larvaire.

En Algérie, des acariens ectoparasites sont observés sur les acridiens. Ils appartiennent à l'espèce *Trombidium parasitica* Lae. (Actinedida- Trombidiidae). Des mouches sont aussi observées sur le Criquet pèlerin. Il s'agit de l'espèce *Stomorhina lunata* (Tachinidae) et *Chortophila cana* (Anthmyidae) (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994).

I.8.5.2.- 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.

- **Invertébrés:** GREATHEAD et *al.* (1994) mentionnent les scorpions, les punaises, les mouches, les galéodes, les mantes et les guêpes parmi les prédateurs des larves et des imagos. DOUMANDJI et DOUMANDJI MITICHE (1994) énumèrent un certain nombre 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. Dans la région d'Adrar CHARA, 1995) mentionne des Solifuges comme *Galeodes arabes* (Koch, 1842) (Solpygida-Galeodidae), *Rivetina fasciata* (Thunberg, 1815), *Mantis religiosa* (Linnée, 1758), *Sphodromantis viridis* (Forskål, 1775), *Mantis religiosa* et *Empusa pennata* (Thunberg, 1815) (Mantoptera- Mantidae).

- **Vertébrés:** Des batraciens, des reptiles, des oiseaux et des mammifères s'attaquent aux criquets (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994). Cependant, les oiseaux sont très probablement les prédateurs vertébrés les plus importants des populations des acridiens grégaires. Ils peuvent exploiter cette source de nourriture sur de grandes surfaces. Ils suivent les criquets dans leurs déplacements (GREATHEAD et *al.*, 1994). Au Sénégal., lors de l'invasion acridienne de 1988-1989, BAILLON (1992) recense 33 espèces d'oiseaux consommateurs du Criquet pèlerin, citant en tête, respectivement la Tourterelle maillée (*Streptopelia senegalensis*), l'Emerauldine à bec noir (*Turtur abyssinicus*), le chevalier gambette (*Tringa tatanus*), le Tournepieuvre à collier (*Arenaria interpres*), l'Aigle ravisseur (*Aquila rapax*), et le Petit barbu à front jaune (*Pogoniulus chrysoconus*).

I.8.5.3.- 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 épanchés 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 in (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. Les bactéries *Coccobacillus acridiorum* et *Micrococcus acridicida* sont signalées par LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG (1992) comme parasites des larves, ainsi que des bactéries du genre *Bacillus*. STCHERBINOVSKY rapporte que deux bactéries sont susceptibles de tuer le Criquet pèlerin. Il s'agit de l'espèce *Serratia marcescens* (Bizio, 1823) (Enterobacterales, Enterobacteriaceae) et *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter, 1872) (Pseudomonadales- Pseudomonadaceae) (LATCHININSKY et LAUNOISLUONG, 1997). *Coccobacillus acridiorum* (Herelle, 1911, 1914) et *Micrococcus acridicida* (Cohn, 1872) (Actinomycetales- Micrococcaceae) sont connus parasites des larves (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1992). Toutefois, les organismes les plus prometteurs sont des champignons susceptibles d'être cultivés sur des milieux artificiels sans qu'il soit nécessaire de recourir à des hôtes biologiques (GREATHEAD et al. 1994), 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. flooviride*, *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina), trois champignons qui peuvent infecter les acridiens. Un Mycopesticide obtenu à partir de spores *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* Isolat FI-985 appelé Green Guard a montré une efficacité particulière contre efficace le Criquet migrateur oriental *Locusta migratoria manilensis* (R& F, 1850) (Orthoptera, Oedipodinae) en Australie où une préparation d'une dose faible à modérée de 25 à 50g/ha entraîne un taux de mortalité de 76 à 97% dans un délai de huit à onze jours (HUNTER, 2007).

I.8.6- Plantes acridifuges ou acridicides

Est qualifiée d'acridifuge, une plante ou une substance (naturelle ou artificielle) qui éloigne les criquets; et d'acridicide, une substance naturelle ou artificielle qui tue les criquets (BALANÇA et DE VISSCHER, 1992). A cet effet, une prise au sérieux des problèmes d'environnement et d'écologie, a incité les organismes et les institutions de recherche à s'orienter vers la lutte biologique sous ses diverses formes pour lutter contre les criquets essaimant. L'une de ses formes fait appel à l'utilisation de ses substances acridicides, acridifuges ou antiappétantes contenues dans les plantes pour protéger les cultures (PASQUIER et GERBINOT, 1945).

L'usage des composés secondaires des plantes dans la lutte contre les organismes nuisibles n'est pas nouvelle, beaucoup de travaux ont montré la possibilité d'utiliser les

substances insecticides ou antiappétantes contenues dans les végétaux en lutte biologique contre les insectes nuisibles (PASQUIER et GERBINOT, 1945; AWAD et al., 1997; BERBOUCHE et al., 2001; OULD AHMEDOU et al., 2001; ABBASSI et al., 2003a,b; KIENDREBEOGO et al., 2006; SEYE et al., 2006; ASAWALAM et al., 2006; OULD EL HADJ et al., 2006).

Une liste d'espèces végétales connues par leurs effets nocifs sur les acridiens et en particulier sur le Criquet pèlerin est consignée dans le tableau 2. Des substances toxiques sont isolées des végétaux de familles botaniques différentes mais surtout celles des Astéracées, où se retrouve toute une gamme de molécules toxiques, tels que: Furanocoumarins, furanoquinolines, alcaloïdes béta-carbolines, polyacétylènes et leurs dérivés thiophènes, et quinones. Ce sont des composés connus comme phagorépresseurs, réduit la prise de nourriture ou engendrent des lésions cuticulaires et des mues anormales. Ils peuvent retarder le développement larvaire. Ils s'avèrent être ovicides ou sont mortelles (PHILOGENE, 1991).

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 des scientifiques indiens qui rapportent qu'il peut enrayer une infestation de sauterelles en répandant sur les récoltes un extrait de feuilles de neem.

Les recherches subséquentes notent la présence d'un limonoïde, l'azadirachtine comme étant le principe actif le plus important dans l'activité antiappétante du margousier (PHILOGENE, 1991). Parallèlement, SIEBER et REMBOLD (1983) étudient les effets de l'azadirachtine sur le dernier stade larvaire de *Locusta migratoria* L., en plus de l'action antiappétante. Ils 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 sécrétions de cellules protocérébrales (GIRARDIE et GRANIER, 1973; PHILOGENE, 1991).

Une application de l'extrait de neem (1ml /m²) sur les larves de *S. gregaria* de la phase grégaire a permis de montrer une tendance à un comportement solitaire des larves en plus du changement de couleur, permettant d'identifier que la phase grégaire ne se manifeste plus (PAN, 2006). Le Repelin, le Nimbasol, le Neemark, le Margosan et le Bitters sont des insecticides homologués à base de neem, à usage différent (PHILOGENE, 1991). Au Sénégal, lors de l'invasion acridienne de *S. gregaria* de 2004 à 2005, une pulvérisation par

voie aérienne d'huile de neem sur 5 hectares de plants de l'oseille de Guinée *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvaceae), les protégerait de l'attaque des criquets qui survolaient les cultures sans s'y poser. Une application d'une solution de 1% d'extrait de neem sur des cultures d'haricot espacée de 15 jours les protège pendant au moins 25 jours des attaques des criquets (PAN, 2006).

Dans le même contexte, les travaux menés sur le harmal *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), ont révélé que l'extrait de feuilles de cette plante provoque des effets nocifs sur les juvéniles et sur les ailés de *Schistocerca gregaria*. Il engendre la diminution de la prise de nourriture, la perte de poids, le retard de la maturité sexuelle des femelles, la réduction de la fécondité des femelles et du taux d'éclosion (ABBASSI et al., 2003a). Alors que l'extrait des alcaloïdes des feuilles de pommier de Sodome *Calotropis procera* L. (Asclepiadaceae) en végétation dont les plus importants: Le calotropine, de l'uscharine, la calotoxine, des résinols, de la gigantine, etc..., entraîne une baisse de la prise de nourriture, du poids et une perte d'eau chez les juvéniles et chez les ailés de *S. gregaria*. Un taux de mortalité de 100% chez les juvéniles, est atteint au bout de 15 jours après le traitement. Il provoque chez les imagos un blocage de développement ovarien en prévitellogenèse chez les femelles et une absence de maturité sexuelle chez les mâles, avec la réduction de l'activité motrice chez les imagos de deux sexes (ABBASSI et al., 2004).

I.9- Lutte intégrée

L'utilisation harmonieuse de plusieurs méthodes de lutte (chimique, culturelle, biologique, mécanique), en tenant compte des espèces concernées et de leur stade de développement, de la saison et des caractéristiques des milieux pour enrayer le développement d'un ravageur tout en préservant l'environnement, désigne une lutte intégrée (BALANÇA et DEVISSCHER, 1992). La lutte intégrée contre les acridiens s'effectue essentiellement par la surveillance permanente des conditions climatiques. C'est la surveillance continue des populations acridiennes dans les aires grégarigènes et la lutte contre toutes les pullulations, en utilisant des pesticides chimiques et régulateurs de croissance ou bien par des biopesticides. Elle doit empêcher que les effectifs des criquets n'atteignent le niveau critique de densité, et enrayer le processus de grégarisation conduisant à une invasion. Elle se veut de freiner la dynamique de grégarisation. Une fois la grégarisation déclenchée, il est difficile de l'enrayer même avec des opérations intensives de lutte curative. Les coûts récurrents de la prévention sont faibles, peuvent être ainsi plus facilement supportables par les états concernés. Elle s'avère efficace dans le cadre d'une stratégie durable et réussie de lutte contre les pullulations acridiennes (LECOQ, 2004 ; PAN, 2006).

Dans le cadre de recherche des éventuelles approches de lutte contre les périls acridiens, l'orientation est vers l'étude des propriétés de phéromones d'agrégation (PAN: Phénylacétonitrile) et la possibilité de leur introduction seul ou bien en association avec certains pesticides de synthèse ou bien avec des bio-insecticides dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée contre les acridiens (HASSANALI, 2007; FAO, 2007).

Tableau 2- Liste de quelques plantes acridifuges ou acridicides et leurs effets sur *S. gregari*

Espèce	Famille	Activité	Principe actif	Auteurs
<i>Melia azerdarach L.</i>	Meliaceae	Dissuasive	Terpenoïdes (Mélantriol)	OULD EL HADJ et <i>al.</i> , 2006
<i>Azadirachta indica Juss.</i>	Meliaceae	Dissuasive	Terpenoïdes (Azadirachtine)	OULD EL HADJ et <i>al.</i> , 2006
<i>Eucalyptus globule L.</i>	Myrtacées	Antiappétante	/	OULD EL HADJ et <i>al.</i> , 2006
<i>Cestrum parqui L.</i>	Solanaceae	-Appetie malgré leur toxicité. -Absence du liquide exuvial	Terpenoïdes (Saponines)	BARBOUCHE et <i>al.</i> , 2001 CHAIEB et <i>al.</i> , 2006
<i>Solanum sodomaeum L.</i>	Solanaceae	Répulsive et antiappétant	/	ZOUITEN et <i>al.</i> , 2006
<i>Calotropis procera Aiton</i>	Asclepiadaceae	- Antiappétant, toxique - antifertilisante (arrêt de développement ovarien et absence de maturité sexuelle chez les males).	Alcaloïdes	ABBASSI et <i>al.</i> , 2003, 2004
<i>Citrillus colocynthis Schrad</i>	Cucurbitaceae	- Répulsif et toxique	Terpenoïdes(Cucurbitacine)	OULD AHMEDOU et <i>al.</i> , 2001
<i>Peganum harmala L.</i>	Zygophyllaceae	- Toxique, antiappétant - Réduit la fécondité et la fertilité de l'adulte femelle. - Lésion de la muqueuse intestinale.	Alcaloïdes indoliques (la harmine, harmaline, harmol et harmalol)	IDRISSI HASSANI et <i>al.</i> , 2002 ABBASSI et <i>al.</i> , 2003a, 2003b, 2005. IDRISSI HASSANI et HERMAS, 2008

Suite tableau 2- Liste de quelques plantes acridifuges ou acridicides et leurs effets sur *S. gregari*

<i>Zygophyllum gaetullum</i> L.	Zygophyllaceae	Toxique et antifertilisante	Alcaloïdes	ABBASSI et <i>al.</i> , 2003a
<i>Glinus lotoide</i> L.	Aizoaceae	Répulsive et toxique	/ -	OULD AHMEDOU et <i>al.</i> , 2001
<i>Olea europea</i> L.	Oleaceae	Répulsive et antiappétant	polyphénols totaux	DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 2008
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	Toxique et antiappétant	/ -	
<i>Pergularia tomentosa</i> L.	Asclepiadaceae	Toxique et antiappétant	/	MESBAHI, 2011
<i>Cleome arabica</i> L.	Capparidaceae	Toxique et antiappétant	/	KEMASSI, 2008
<i>Ephedraallata</i> L.	Ephedraceae	Antiappétant	/	KEMASSI, 2008
<i>Zizyphus lotus</i> L.	Rhamnaceae	Antiappétant	/	KEMASSI, 2008

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 foliaires de *Pergularia tomentosa* L et de *Capparis spinosa* L, deux plantes spontanées 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 nourricière traitée par les extraits végétaux, 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^{ème} stade (L₅) 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. et de *Capparis spinosa* 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 pyréthre 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. et *Capparis spinosa* 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 :	<i>Pergularia</i>
Espèce:	<i>Pergularia tomentosa</i> L.

II.2.1.1.1.2.- Description botanique

C'est une plante herbacée ou semi-ligneuse, arbrisseau vivace pouvant dépasser 1 m de hauteur (photo 4). 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).



Photo 3-Fleurs de *Pergularia tomentosa* (Originale)
(Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara septentrional Avril 2013)

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 celle 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* (SCALBERT, 1991).



Photo 4-*Pergularia temontosa* au stade fructification (Originale)
(Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara septentrional Février 2013)

II.2.1.1.2.- *Cappari spinosa* L.

II.2.1.1.2.1.- Position systématique

Règne :	Plantae
Sous règne:	Tracheobionta
Division :	Magnoliopsida
Classe :	Magnoliopsida
Sous classe :	Dilleniidae
Ordre :	Capparales
Famille :	Capparaceae
Genre :	capparis
Espèce :	<i>Capparis spinosa</i>

II.2.1.1.2.2.- Description botanique

Ce sous arbrisseau méditerranéen vivace est sarmenteux et retombant. De nombreux rameaux partent d'une seule grosse souche, ils atteignent facilement 1 m de long. Il peut pousser partout à condition de respecter ses exigences en drainage et ensoleillement. Capricieux à la reprise, il vous donnera, une fois installé, des boutons floraux à confire ou une magnifique floraison parfumée. De croissance lente, le caprier peut atteindre au bout de plusieurs années une taille de 50 x 50 x 50 cm. (CHEHMA, 2006).

- **Tige** : nombreuses couchées, longues de 1 cm ou plus, pubescents au sommet ;
- **Feuilles**: sont alterne, entières, simples, arrondies à ovales, épaisses, vert grisâtre, avec une paire d'épines recourbées à la base;
- **Floraison** : fleurs blanches perchées au bout d'un long pédoncule à nombreuses étamines rosées, très parfumée, abondante, splendide et éphémère (24h). La floraison du caprier s'étale depuis le mois de mai jusqu'aux premières gelées. C'est une splendeur absolue; sur un sujet adulte, on peut admirer en même temps jusqu'à 40 ou 50 fleurs épanouies;
- **fleurs**: sont axillaires et pourvues d'un long et épais pédoncule blanches, parfois rosées, de 50 à 70 mm. Elles comportent 4 sépales ovales verdâtres, 4 grands pétales ovales blancs rosés et de longues et nombreuses étamines violettes, dépassant la corolle ;
- **Fruits**: ovoïdes oblong ou longuement piriformes et charnus, jusqu'à 50 mm de long, portés par un long pédoncule de couleur rougeâtres à maturité, s'ouvrant à la fin;
- **Période de végétation**: Floraison Mars à Août.
- **graines**: noire, matées, en forme de rein de 3 mm de longueur, lisses;
- **Habitat**: roches, murailles, pentes rocailleuses et argileuses. Depuis le littoral jusqu'aux basses montagnes et dans les montagnes sahariennes ;
- **Répartition**: Assez commun dans tout le Sahara;

II.2.1.1.2.3- Usages

On utilise l'écorce de la racine et les boutons floraux du *capparis*.(CHEHMA, 2006)

Les écorces sont récoltées en automne et séchées pour un usage ultérieur, est indiquée contre les maladies de la rate et du foie (diurétique, astringente et tonique). On l'a préparé à la dose de 15g par litre d'eau, soit en décoction ou bien en infusion. Laisser bouillir 5 mm .On peut également faire une préparation de poudre de racine de capparis, utile comme remède dans des cas de l'hydropisie, la chlorose, les cachexies, l'atonie générale, avec dépression nerveuse. Cuite, elle est Efficace en emplâtre sur les ulcères. Les stimulants et rafraîchissants. La décoction de 30 g par litre d'eau, est un remède interne contre la sciatique.

Les boutons de fleurs sont utilisés comme laxatif et pour stimuler l'appétit. En usage externe, ils servent à soigner les infections oculaires. Ils servent à la prévention de la cataracte. Les feuilles, pliées, avec un peu d'eau ou frottées, sont utilisées en usage externe contre les piqûres d'insectes, l'urticaire. (BELOUED, 2009)

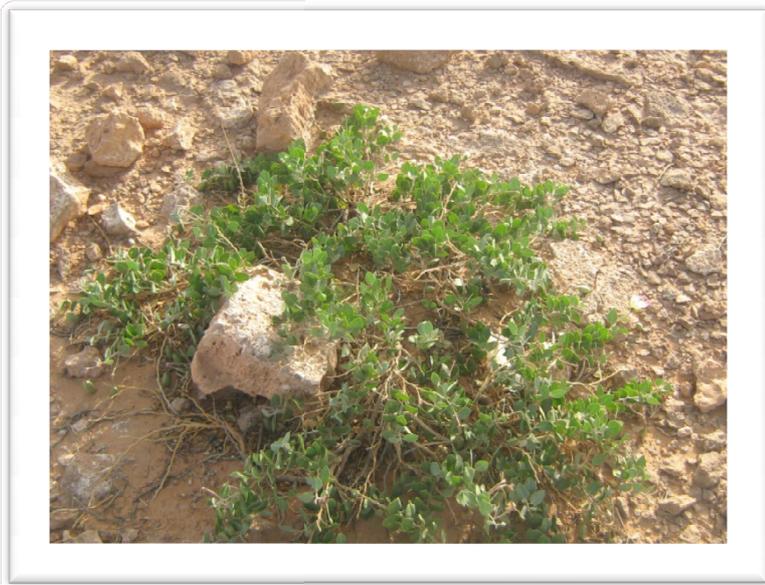


Photo 5-*Capparis spinosa* au stade fructification (Originale)
(Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara septentrional Février 2013)



Photo 6-les fleurs et les fruits de *Capparis spinosa* (Originale)
(Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara septentrional Février 2013)

2.2.1.2.- Choix de stades

La présente étude porte sur les juvéniles du 5^{ème} stade 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 5^{ème} stade. Dans la seconde cage dont le fond comporte des ouvertures circulaires, sont placés des pondoires 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 $30\pm 4^{\circ}\text{C}$ et avec une humidité relative de $60\pm 5\%$. Des lampes de 160W assurent un éclairage continu. L'alimentation est constituée essentiellement de feuilles de chou *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 pondoires, ainsi que la vérification des pondoires pour la recherche des oothèques s'effectuent quotidiennement.

2.2.1.3.- Matériel utilisé au laboratoire

- Une balance de précision pour la peser des individus (la poudre végétale) ;
- Ampoule à décanter de 250 ml pour séparer par démixtion deux liquides non-miscibles pour effectuer une extraction liquide –liquide ;
- Un rotavapor pour l'évaporation de solvant pour éliminer rapidement un solvant volatil par évaporation. Le principe est basé sur l'abaissement du point d'ébullition avec la pression.;
- Bêchers de 500 ml;
- Erlenmeyer de 500 ml;
- Papiers filtres pour fileter les solutions obtenue ;
- Ballons de 2000 ml réservé aux situations nécessitant un chauffage réparti.;
- Chauffe ballon pour chauffer le ballon et pour l'obtention de réactions chimiques;
- Réfrigérant ;
- Flacon en verre ;

2.3.- Préparation des extraits végétaux

Pour la présente étude, il est adopté trois méthodes d'extraction dont la macération à l'acétone et dans un mélange méthanol- eau par reflux (extrait aqueux) pour extraire les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpenoïdes, les acides gras, les amines (extrait brut), et une extraction qui vise un groupe chimique bien défini soit les alcaloïdes totaux.

2.3.1.- 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, (AMER et RASMY, 1993; MOMEN et AMER, 1994 cités par OULD EL HADJ, 2004). Elle consiste à prendre 100 grammes de feuilles de la plante préalablement séchées à l'ombre dans

la température ambiante, et les macérés 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 rotavapor 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.

2.3.2.- 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 subit une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor vapor afin éliminer le méthanol. L'extrait aqueux est récupéré et est utilisé pour les tests biologiques.

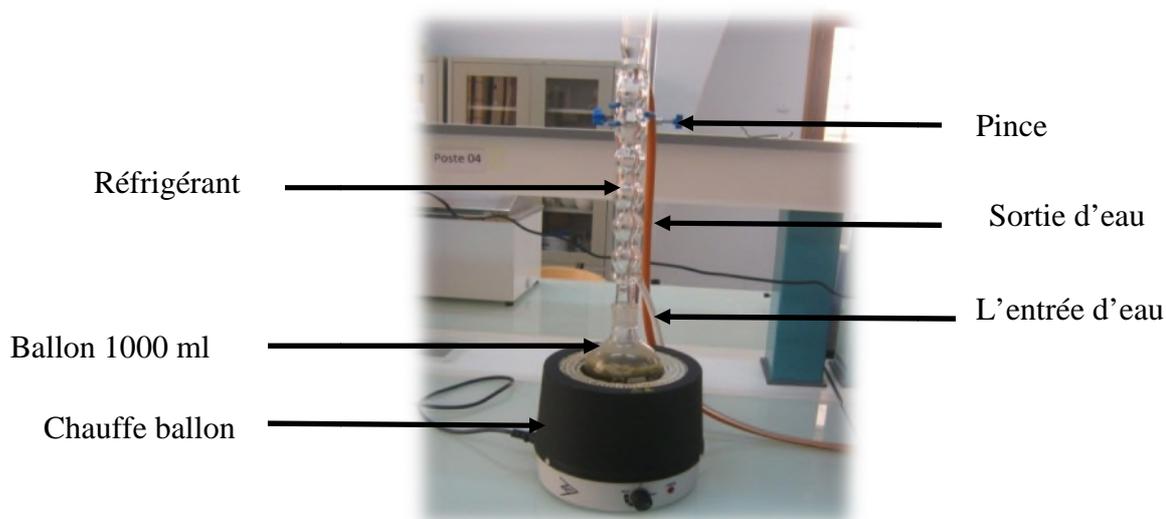


Photo 7- Dispositif d'extractions de principe actif par reflux

2.3.2.- Extraction des alcaloïdes totaux

Les alcaloïdes sont des molécules organiques hétérocycliques azotées basiques, d'origine naturelle, pouvant avoir des activités pharmacologiques et biologiques exceptionnelles (ROBINSON, 1981).

Pour extraire ces molécules biologiques de nombreux protocoles sont proposés, parmi lesquels celui proposée par STAS Jean Servais, 1850 qui est adopté pour la présente étude.

L'extraction des alcaloïdes totaux à partir d'une plantes s'effectue en plusieurs étapes. Elle débute par un dégraissage. Il consiste à soumettre 100g de la poudre végétale

préalablement préparée, une macération dans 200 ml d'éther de pétrole pendant 24 heures pour éliminer les lipides et les pigments. Le mélange est ensuite filtré. Le filtrat est jeté, alors que le marc est récupéré et laissé sécher à l'air libre pendant quelques minutes afin d'évaporer le solvant organique. Le marc dégraissé, est repris dans 200 ml de chloroforme basifié à pH = 9 par l'ajout de quelques gouttes d'ammoniaque (étape d'alcalinisation) pendant 24 heures afin de libérer les alcaloïdes de leurs combinaisons salines. Pour un bon épuisement du marc, il est répété trois fois. Une filtration est ensuite réalisée, le marc épuisé est jeté et le filtrat est recueilli et concentré partiellement sous pression réduite au rotor-vapor. La phase chloroformique concentrée subit une extraction par une solution aqueuse d'acide sulfurique à 3% à volumes égaux (200 ml). La phase acide est alcalinisée par une solution d'ammoniaque à pH = 9. Il est procédé à une extraction (liquide-liquide) dans une ampoule à décantation après rajout de 40 ml de chloroforme. L'ensemble est mélangé doucement en agitant de haut en bas. Après environ 30 mn, deux phases sont observées, la phase aqueuse en dessus et la phase organique en dessous. Après séparation de deux phases, la phase organique (solution organique d'alcaloïdes totaux) est récupérée et ensuite concentrée jusqu'au sec dans un rotor-vapor, le résidu ainsi obtenu, est une pâte d'alcaloïdes brutes. 20 ml d'acétone est rajouté à l'extrait obtenu. Ce mélange constitue donc le produit à tester. Ces opérations sont réalisées pour les deux espèces végétales à étudier.

2.4.- 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* et *capparis spinosa*. 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.

Le test consiste à alimenter les insectes L₅ 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 chou *Brassica oleracea* L. (*Brassicaceae*), vu sa valeur nutritive exceptionnelle et son appétibilité par ce locuste (OULD EL HADJ *et al.*, 2007b). 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 6 individus par lot sont constitués (3 mâles et 3 femelles), ce qui fait un total de 48 individus. Deux sont de larves L₅ 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 de 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).

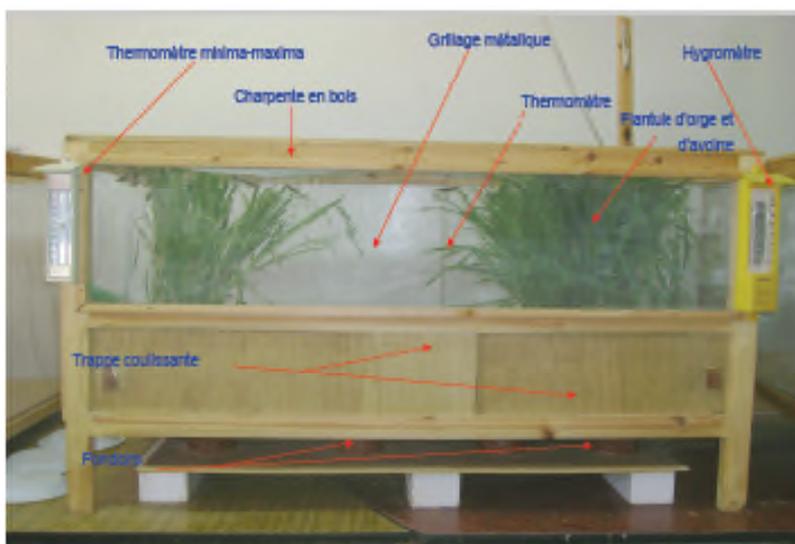


Photo 08- Cage parallélépipédique utilisée pour l'élevage du Criquet pèlerin (Originale)

2.5.- Méthode d'exploitation des résultats

2.5.1.- Le temps léthal 50 (TL₅₀)

Le temps léthal 50 (TL₅₀), 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 :

$$MC = [M2-M1/100-M1] \times 100$$

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

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

Le C.U.Da. 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):

$$CUDa = \frac{\text{Quantité ingérée} - \text{Poids des fèces}}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

Chapitre III- Résultats et Discussion

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

Le rendement d'exploitation et les quantités moyennes exprimées en gramme quotidiennement ingérées par les larves du cinquième stade de *S. gregaria* sont enregistrés dans le tableau 2 et 3 respectivement. Au vu des résultats, il apparaît une différence dans la consommation entre les lots nourris par les feuilles de *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae) traitées par les extraits foliaires des deux plantes et celle notée chez les individus du lot témoin. Au vu de la figure 3, il est observé que pour les deux extraits végétaux, l'extrait alcaloïdique affect notablement la prise de nourriture; la quantité moyenne ingérée étant plus faible comparativement aux autres lots traités, elle est de 0,84g/jours et 0,90g/jours pour les lots nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait alcaloïdique de *P. tomentosa* et *C. spinosa* respectivement. En outre, il apparut que l'extrait acétonique engendre moins d'effets antiappétant sur les larves L₅ de Criquet pèlerin, la consommation moyenne rapportée est de 1,63g/jours pour l'extrait acétonique de deux plantes *P. tomentosa* et de *C. spinosa*, bien que pour les larves nourries par des feuilles de chou traitées par l'extrait aqueux de ces deux plantes, les larves ne se nourrissent guère de feuilles de chou traitées. Par ailleurs, les résultats relatifs aux effets des extraits végétaux sur le rendement d'exploitation (tableau 2 et figure 4) il est bien net que les extraits végétaux testés affectent la capacité de prélèvement alimentaire chez les larves traitées. De même, quelque soit l'extrait testé, *P. tomentosa* semble présenter un effet dissuasif plus fort que *C. spinosa*; le rendement d'exploitation noté étant plutôt plus faible que celui rapporté pour l'extrait de *C. spinosa*, il est de 45,23%, 51,72% et 59,63% pour l'extrait alcaloïdique, aqueux et acétonique respectivement. Alors que pour les extraits de *C. spinosa*, le rendement d'exploitation est de 35,04% pour l'extrait alcaloïdique, de l'ordre de 38,89% pour l'extrait aqueux et de 58,66% pour l'extrait acétonique. Il est à noter que, quelque soit l'extrait végétal testé, le rendement d'exploitation ou bien la consommation est plus faible comparativement aux valeurs enregistrées chez les individus des lots témoins. OULD EL HADJ et al. (2006), dans leur étude sur la toxicité du neem *Azadirachta indica* (Miliaceae) sur les larves L₅ et adultes de *S. gregaria*, notent une prise de nourriture nulle engendrée. 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 le neem. FELLOWS et al. (1986), rapportent la présence des alcaloïdes polyhydroxylés

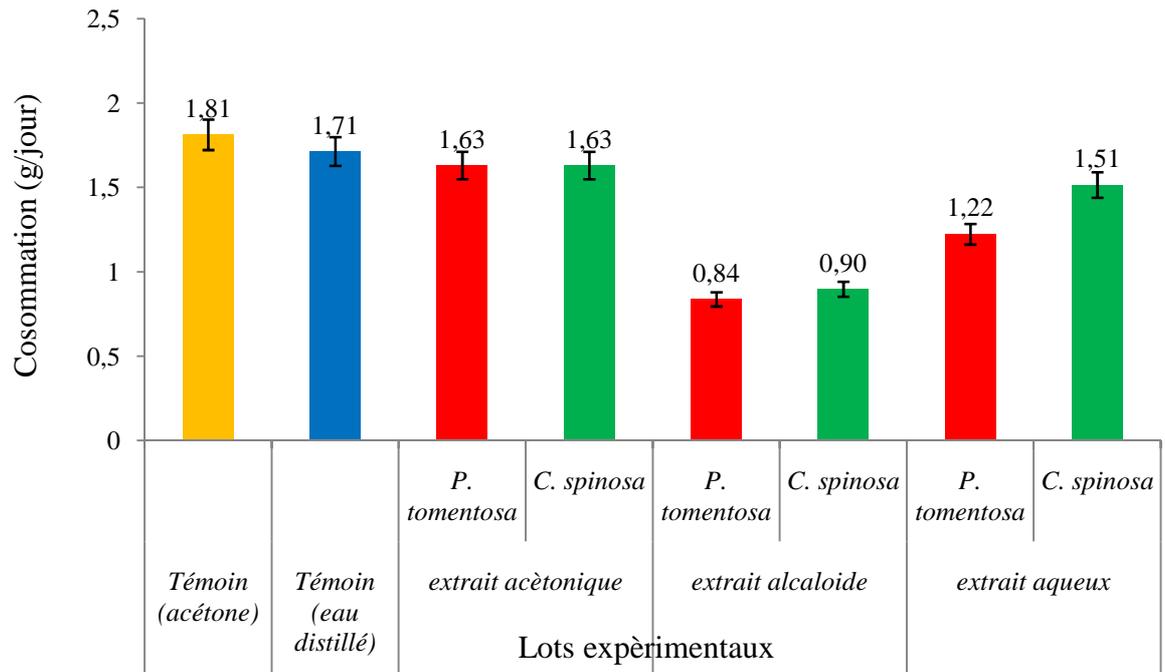


Figure 3- Moyenne de consommation journalière (g/jour) enregistré chez les larves L₅ témoins et traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa* et *C. spinosa*

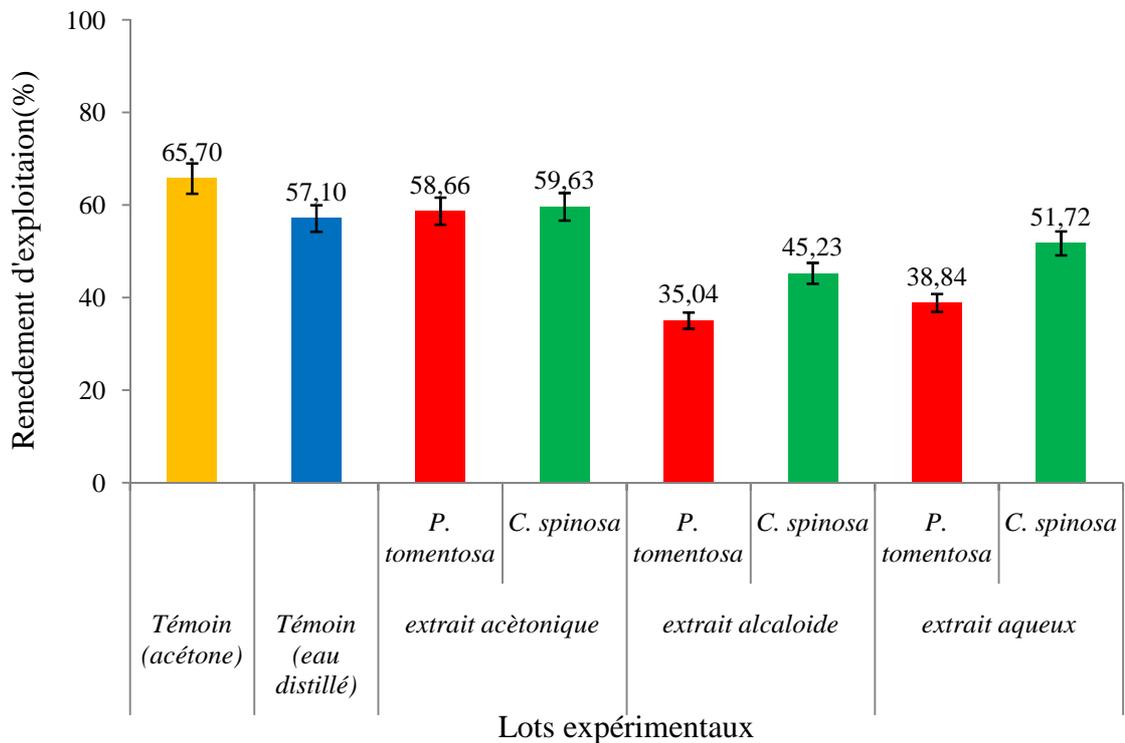


Figure 4- Valeurs moyenne du rendement d'exploitation (%) enregistrée chez les larves L₅ témoins et traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa* et *C. spinosa*

chez les Euphorbiaceae, ses composés inhibent le métabolisme du sucre, et se sont des excellents antiappétant pour divers insectes dont les Orthoptères. DA COSTA et JONES (1971) TESSIE et al. (1975) signalent la présence d'un triterpène tétracyclique dit Cucurbitacine dans plusieurs plantes de la famille de Cucurbitaceae dont *Citrullus colocynthis* et d'Euphorbiaceae. OULD AHMEDOU et al. (2001), mettent en évidence le pouvoir anti-appétant de *Citrullus colocynthis* chez Criquet pèlerin chez des individus mis en présence de feuilles *C. colocynthis*. ABBASSI et al. (2003), notent la diminution de la consommation de feuilles de chou traitées à l'extrait éthanolique de *Peganum harmala* chez les larves et adultes de *S.gregaria*. Ils rapportent que cette contrarie, est due à la présence des alcaloïdes exerçant un fort pouvoir anti-appétant sur le Criquet pèlerin. La diminution de la consommation journalière constatée, observée pour les extraits d'*Euphorbia guyoniana* résulte de la présence de substances particulièrement anti-appétants, inhibant la prise de nourriture chez *S. gregaria*, dont les terpénoïdes, alcaloïdes, flavonoïdes et les composés phénoliques contenant dans ses diverses plantes.

Tableau 2- Rendement d'exploitation estimé pour les larves du cinquième stade de *Schistocerca gregaria*

Temps (jours)	Témoin (acétone)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique		Larves L ₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait alcaloïdique		Témoin (Eau distillée)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux	
		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>	<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>
1	79,25±31,63	80,39±14,24	74,14±22,58	57,91±15,14	66,00±13,95	59,36±15,42	75,41±7,92	82,14±10,65
2	96,600±8,330	56,29±22,98	82,06±16,42	84,18±19,76	93,54±10,20	84,89±7,48	68,96±14,59	72,87±21,11
3	100,000±0,000	81,63±20,97	77,89±18,94	32,31±8,89	38,09±11,23	71,08±11,35	23,65±7,85	23,035±7,85
4	81,970±40,290	42,60±44,62	76,53±19,60	25,34±11,55	53,40±16,34	76,57±13,66	48,81±10,10	57,22±17,34
5	63,610±39,830	61,91±31,26	57,82±21,85	24,83±7,79	22,79±14,80	57,39±23,35	54,76±34,16	79,93±24,70
6	23,130±25,670	51,02±38,68	19,5-6±15,76	22,79±8,50	10,54±11,57	24,83±20,38	46,94±43,08	25±9,52
7	15,310±31,020	62,42±42,01	34,01±27,28	21,77±21,16	32,24±14,82	25,58±12,25	15,30±31,02	52,72±37,57
8	Imago	32,99±34,43	14,97±15,03	24,15±14,34	00±00	imago	32,65±39,60	20,82±17,70
9	Imago	imago	imago	22,11±13,62	00±00	imago	44,49±26,82	imago
10	Imago	imago	imago	00±00	imago	imago	44,49±26,82	imago
11	Imago	imago	imago	00±00	imago	imago	3,49±2,34	imago
12	Imago	imago	imago	00±00	imago	imago	7,14±14,28	imago
13	Imago	imago	imago	00±00	imago	imago	imago	imago
14	Imago	imago	imago	00±00	imago	imago	imago	imago
15	Imago	imago	imago	00±00	imago	imago	imago	imago

Tableau 3- Consommation moyenne enregistrée chez les larves L₅ de *Schistocerca gregaria* nourris par des feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa* et *C. Spinosa*

Temps (jours)	Témoin (acétone)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique		Larves L ₅ nourris des feuilles de choux traitées par l'extrait alcaloïdique		Témoin (Eau distillée)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux	
		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>	<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>
1	2,53±0,55	2,54±0,57	2,26±0,44	1,76±0,97	2,15±0,41	1,750±0,573	2,35±0,55	2,95±0,53
2	2,64±0,42	1,76±0,56	2,55±0,39	1,02±0,23	1,76±0,70	2,740±0,438	2,01±0,49±	2,35±0,90
3	2,25±0,36	1,90±1,11	2,40±0,52	1,25±0,40	0,64±0,27	2,353±0,443	2,22±0,38±	2,44±0,45
4	2,37±0,25	1,41±1,34	2,19±0,34	0,94±0,43	2,00±0,54	2,088±0,468	1,64±0,38±	2,14±0,51
5	1,80±1,33	1,76±0,95	1,73±0,34	0,79±0,26	0,74±0,65	1,607±0,841	1,65±1,15±	2,14±0,67
6	0,72±0,90	1,54±1,066	0,60±0,49	0,78±0,39	0,43±0,47	0,975±1,053	1,40±1,22±	0,78±0,28
7	0,38±0,78	1,63±1,22	0,83±0,61	0,78±0,63	0,83±0,60	0,483±0,699	0,55±1,14±	2,12±1,63
8	Imago	Imago	0,48±0,53	0,76±0,44	0,27±0,53	Imago	0,81±1,13±	0,69±0,64
9	Imago	Imago	Imago	0,64±0,41	0,15±0,37	Imago	1,05±0,91±	0,000±00
10	Imago	Imago	Imago	0,39±0,56	0,00±0,00	Imago	0,68±0,68±	1,049±00
11	Imago	Imago	Imago	0,47±0,51	Imago	Imago	0,21±0,51±	0,000±00
12	Imago	Imago	Imago	1,03±1,87	Imago	Imago	0,11±0,27±	Imago
13	Imago	Imago	Imago	0,82±1,21	Imago	Imago	Imago	Imago
14	Imago	Imago	Imago	0,00±0,00	Imago	Imago	Imago	Imago
15	Imago	Imago	Imago	1,12±1,74	Imago	Imago	Imago	Imago

III.2.- Action des extraits végétaux sur la digestion

L'étude de l'effet des extraits végétaux sur la digestion est étudié via l'estimation du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUD_a). Le tableau 4 et la figure 5, regroupent les valeurs moyennes enregistrées chez les larves L₅ témoins et traitées par l'extrait aqueux de deux plantes testées. Au vu des résultats du tableau 4 et la figure 5, il ressort que les valeurs du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUD_a) estimées pour les larves L₅ du Criquet pèlerin nourris par des feuilles de choux traitées par les extraits végétaux de *P. tomentosa* et de *C. spinosa* sont relativement proches de celles observées chez les individus des lots témoins. Les valeurs de CUD_a coefficient d'utilisations digestives apparentes notées chez les individus nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique sont de l'ordre de 79,44%, et 83,56% de *P. tomentosa* et *C. spinosa* respectivement. Pour les larves nourris par des de feuilles de choux aspergées de l'extrait alcaloïde de *P. tomentosa*, le CUD_a noté est de 83,56% et de 84,65% pour les larves du lot nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait alcaloïdique de *C. spinosa*. Pour les individus des lots alimentés par des feuilles de choux aspergées de l'extrait aqueux de deux plantes testées, les valeurs du CUD_a notées étant proches, elles sont de 86,04% pour *P. tomentosa* et de 85,82% pour l'extrait aqueux de *C. spinosa*. KEMASSI *et al.* (2010) ont observés 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 CUD_a de 26,44% chez les larves L₅ 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 défécation intense chez les Criquets exposés aux pesticides de synthèse utilisés en lutte antiacridienne. En outre OULD AHMEDOU *et al.* (2001), dans leur étude sur comportement alimentaire de *S. gregaria*, rapporte que sur un régime alimentaire mono-spécifique à base de *Glinuslitoides* L. (*Aizoaceae*) et *Citrilluscolocynthis* Schrad. (*Cucurbitaceae*) des larves L₄ présentent un coefficient d'utilisation digestive apparent (CUD_a) de l'ordre de 40,13%±3,14 pour *G. litoides* et de 67,21% ± 6,28 pour *C. colocynthis*. Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) représente les résultats d'interactions 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'actecatalytique des enzymes. Ce sont les inhibiteurs d'enzymes dont les inhibiteurs de protéases (IP) et inhibiteurs d'alpha amylases (IA). Leurs présences engendrent 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).

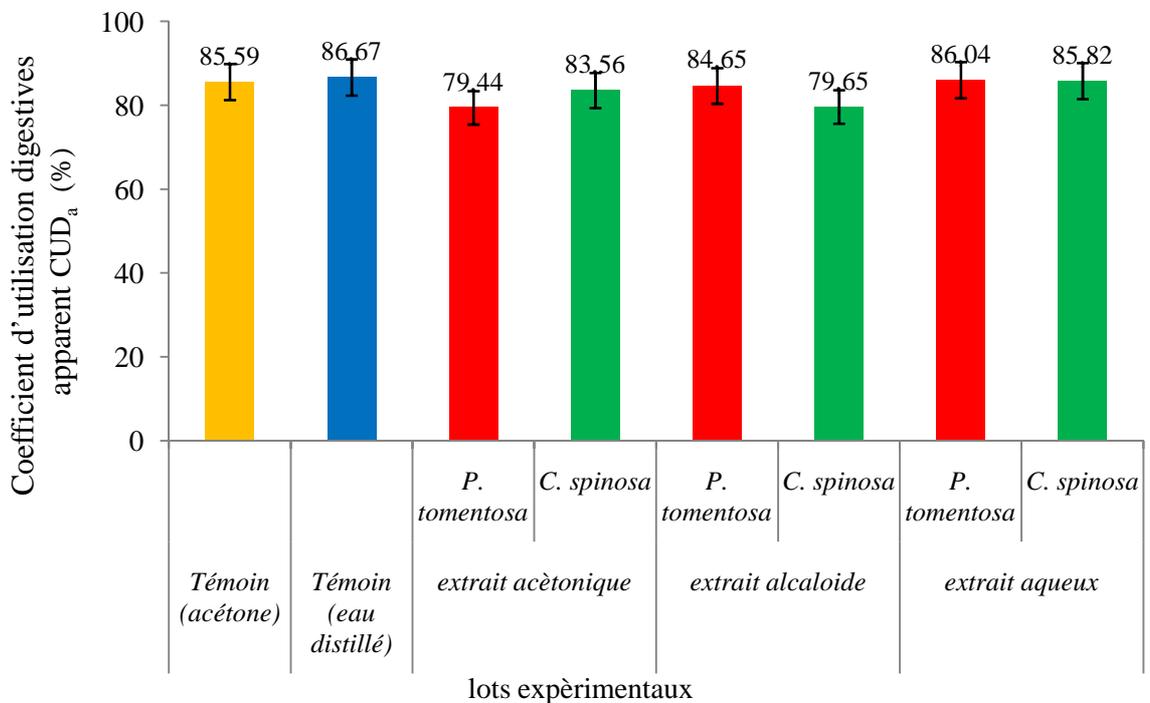


Figure5- Valeurs de Coefficient d'utilisation digestives apparent CUD_a estimée pour les larves L₅ de *S. gregaria*

Tableau 4- Valeurs de Coefficient d'utilisation digestives apparent CUD_a pour les larves du cinquième stade de *Schistocerca gregia*

Temps (Jours)	Témoin (Acétone)	Larves L ₅ Nourris Par Des Feuilles De Choux Traitées Par L'extrait Acétonique		Larves L ₅ Nourris Par Des Feuilles De Choux Traitées Par L'extrait Alcaloïdique		Témoin (Eau Distillée)	Larves L ₅ Nourris Par Des Feuilles De Choux Traitées Par L'extrait Aqueux	
		<i>P. Tomentosa</i>	<i>C. Spinosa</i>	<i>P. Tomentosa</i>	<i>C. Spinosa</i>		<i>P. Tomentosa</i>	<i>C. Spinosa</i>
1	97,34±2,99	95,34±20,20	90,91±20,20	80,19±2,04	98,44±0,57	91,67±2,52	96,79±0,34	98,80±0,93
2	90,80±2,55	90,553±3,56	94,90±3,56	91,86±5,72	91,17±5,82	90,30±1,33	90,03±3,92	92,24±4,23
3	85,89±2,20	91,19±2,92	90,20±2,92	83,65±20,63	67,41±18,49	87,96±1,93	92,63±1,32	88,19±3,43
4	86,31±2,85	59,01±9,19	82,99±9,19	75,93±8,35	79,52±29,67	87,71±3,33	74,12±11,44	87,29±1,49
5	83,42±9,80	82,08±3,41	85,90±3,41	80,64±14,59	73,74±18,77	85,30±6,27	91,45±4,08	87,74±3,78
6	65,53±25,95	69,77±00	72,97±5,86	94,17±2,81	68,52±16,40	77,05±11,23	75,02±14,96	58,99±27,95
7	89,81±14,41	68,16±00	79,88±6,33	80,96±1,20	91,95±9,68	92,10±7,23	72,9±3,94	89,90±6,66
8	Imago	imago	70,73±29,19	75,84±3,64	65,14±41,83	imago	70,12±16,13	81,97±6,37
9	Imago	imago	imago	92,34±9,93	80,98±00	imago	100,00±00	89,50±4,13
10	Imago	imago	imago	70,76±4,83	imago	imago	80,33±23,96	80,32±23,96
11	Imago	imago	imago	79,26±5,88	imago	imago	89,08±00	89,08±00
12	Imago	imago	imago	91,59±9,37	imago	imago	100,00±00	imago
13	Imago	imago	imago	100,00±0,00	imago	imago	imago	imago
14	Imago	imago	imago	100,00±0,00	imago	imago	imago	imago
15	Imago	imago	imago	98,93±0,45	imago	imago	imago	imago

III.3.- Action des extraits végétaux sur la croissance pondérale

Les résultats relatifs aux variations du poids constatées chez les larves L₅ de *S. gregaria* témoins et traitées par les extraits végétaux de deux plantes acridifuges, sont rapportés dans les tableaux 5 et la figure 6. D'après les résultats, il est constaté que chez les larves L₅ et *S. gregaria* traitées à l'aide de l'extrait foliaire acétonique et aqueux de deux plantes testées une amélioration du poids est notée mais à des proportions plus faibles comparativement à celles rapportées pour les larves des lots témoins. De même pour les larves nourries par des feuilles de chou traitées par l'extrait alcaloïdique de *C. spinosa*, une amélioration du poids est enregistrée. Bien que chez les larves alimentées par des feuilles de chou traitées par l'extrait alcaloïdique de *P. tomentosa*, une perte du poids de l'ordre de 1,11% est notée. TAIL (1998), OULD AHMEDOU *et al.* (2001), ABBSI *et al.* (2004) et OULD EL HADJ *et al.* (2006) rapportent que, suite à l'exposition des larves L₅ et adultes du Criquet pèlerin à une plante nourricière aspergée des extraits foliaires de *Milia azerdarach* (*Miliaceae*), *Azeradarach taindica* (*Miliaceae*), *Nerium oleander* (*Apocynaceae*), *Eucalyptus*

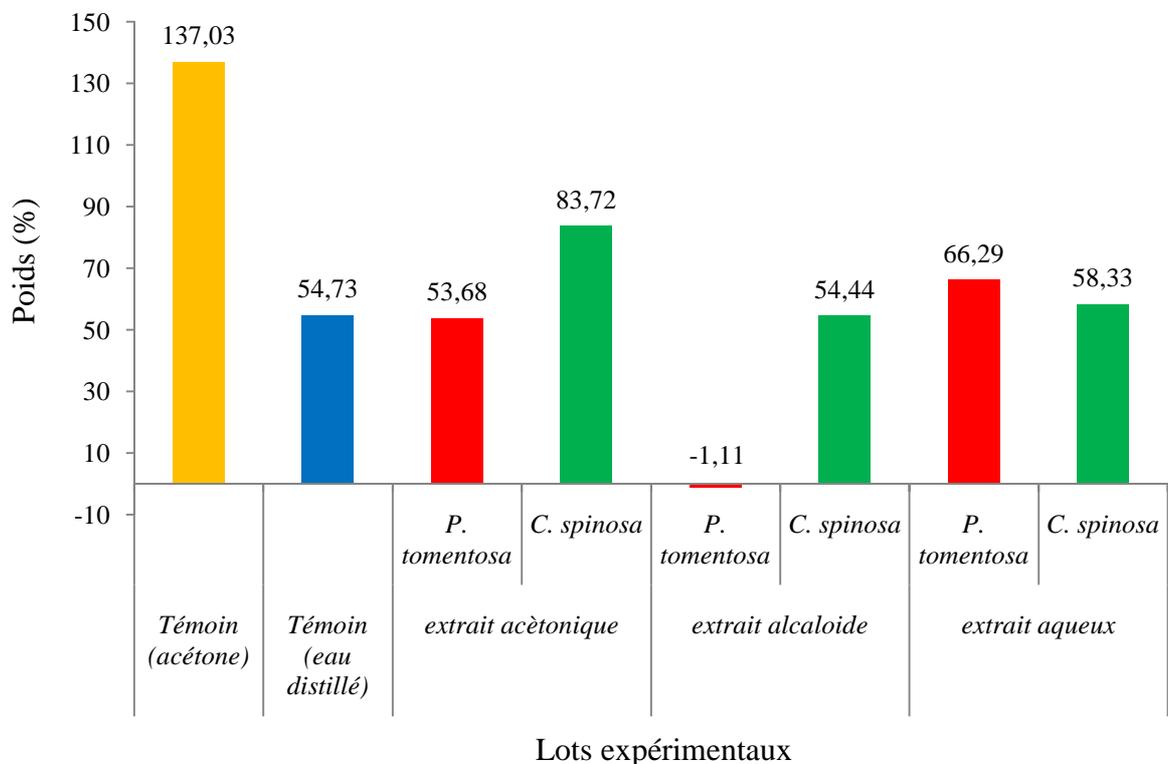


Figure 6- Comparaison de pourcentage des variations moyennes du poids par rapport au poids initial des larves L₅ de *S. gregaria* nourries par des feuilles de chou témoins et traitées par les extraits foliaires de *P. tomentosa* et *C. spinosa*

Tableau 5- Évaluation pondérale des juvéniles du cinquième stade de *Schistocerca gregaria*.

Temps (jours)	Témoin (acétone)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique		Larves L ₅ nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait alcaloïdique		Témoin (Eau distillée)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait aqueux	
		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>	<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>
1	0,81±0,11	0,95±0,26	0,86±0,22	0,90±0,24	0,90±0,27	0,95±0,185	0,89±0,17	0,96±1,00
2	1,18±0,14	0,75±0,12	1,05±0,22	1,09±0,44	0,74±0,20	1,01±1,03	0,82±0,23	1,17±0,24
3	1,35±0,18	1,09±0,13	1,06±0,22	0,87±0,24	0,69±0,41	1,43±0,18	1,35±0,18	1,26±0,26
4	1,578±0,15	1,15±0,12	1,21±0,26	0,98±0,32	1,13±0,25	1,49±0,15	1,24±0,30	1,49±0,23
5	1,89±0,13	1,26±0,15	1,30±0,26	1,01±0,26	1,26±0,30	1,63±0,12	1,34±0,29	1,56±0,24
6	1,99±0,32	1,43±0,17	1,25±0,28	1,05±0,27	1,33±0,20	1,61±0,11	0,74±0,34	1,74±0,19
7	1,92±0,31	1,46±0,26	1,46±0,22	1,01±0,28	1,39±0,17	1,47±0,09	1,43±0,26	1,73±0,17
8	Imago	Imago	1,58±0,27	0,98±0,26	1,35±0,10	Imago	1,50±0,22	1,73±0,17
9	Imago	Imago	Imago	1,01±0,20	1,39±0,03	Imago	0,74±0,22	1,75±0,11
10	Imago	Imago	Imago	1,00±0,23	Imago	Imago	1,56±0,27	1,55±0,22
11	Imago	Imago	Imago	1,11±0,30	imago	Imago	1,54±0,21	1,52±0,22
12	Imago	Imago	Imago	1,24±0,17	imago	Imago	1,48±0,28	Imago
13	Imago	Imago	Imago	1,05±0,18	imago	Imago	Imago	Imago
14	Imago	Imago	Imago	0,91±0,20	imago	Imago	Imago	Imago
15	Imago	Imago	Imago	0,89±0,12	imago	Imago	Imago	Imago

occidentalis (Myrtaceae), *Calotropisprocerea* (Asclépiadiaceae), et de *Glinuslitoides* (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, dépend essentiellement des éléments apportés par une nourriture propice (DAJOZ, 1982). Les extraits acétoniques et aqueux de *Pergularia tomentosa*, engendrent des variations dans la consommation journalière cela révèle la faculté phagoréulsive et l'antiappétence de ces extraits vis-à-vis des larves L₅ et adultes de *S. gregaria*. L'effet dissuasif constaté affecte légèrement la croissance pondérale des larves L₅ et adultes de Criquet pèlerin des lots traitements. En outre, les études menées sur la nutrition des insectes ou bien sur l'effet de substances de synthèses ou naturelles sur les mécanismes nutritionnelles des insectes phytophages, sont opérés sur un très grand nombre d'individus en pesant à la fois tous les matériaux ingéré et en réunissant les excréta 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). Pour PHILLOGE N (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 profondes perturbations endocriniennes toute en affectant diverses fonctions élémentaires chez les insectes dont l'exuviation, le développement, la diapause et la reproduction.

III.4.- Action des extraits végétaux sur la mortalité

Le tableau 6 regroupe l'évolution temporelle dans le pourcentage de la mortalité cumulée enregistré pour les différents lots témoins et traités par les extraits foliaires des deux plantesacridifuges. L'effet toxique constaté diffère d'une espèce végétale à l'autre et, pour la même espèce, il est en fonction de l'extrait testé. Les individus nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait alcaloïdique de *pergularia tomentosa*, présentent un taux de mortalité maximal de 33,33% au bout de 11 jours, avec un temps létal 50 (TL₅₀) de l'ordre de 43,20 jours. Alors que pour les autres lots, aucune mortalité n'a été enregistrée, cela témoigne que ces extraits ne sont guère toxiques vis-à-vis de Criquet pèlerin. OULD EL HADJ *et al.* (2006), dans les mêmes conditions expérimentales, avec l'extrait acétonique d'*Azadirachta indica* sur les larves L₅ de *S. gregaria*, notent un noircissement du mésotéron 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 L₅ 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* R&F (*Euphorbiaceae*). OULD ELHADJ *et al.* (2006) notent chez les larves L₅ des TL₅₀ plus courts: pour les extraits acétoniques de neem *Azadirachta indica* (*Meliaceae*), il est de 7,5 jours, pour méliá *Melia azedarach* (*Meliaceae*) est de 8,2 jours, et 10,4 jours pour *Eucalyptus globulus* (*Myrtaceae*).



Photo 9 : Malformation chez une larve de L₅ de *S. gregaria* traité par l'extrait alcaloïde de *Pergularia tomentosa*

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, méliá et eucalyptus respectivement. Dans ce même

contexte KEMASSI *et al.* (2010), rapportent des TL₅₀ de l'ordre de 10,51 jours pour les larves L₅ et 20,02 jours pour les adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait foliaire à l'acétone d'*Euphorbia guyoniana* Boiss&Reut (*Euphorbiaceae*). Utilisant un champignon entomo-pathogène *Metarhiziumanisopliae* sur les larves L₅ de *S. gregaria*, HALOUANE (1997) note un TL₅₀ de l'ordre de 4,85 jours pour une concentration de 1,3.10³ spores/ml. ABBASSI *et al.* (2003), dans leurs études sur l'effet de l'extrait éthanolique de *Peganum harmala* au stade fructification sur les adultes du Criquet pèlerin, rapportent que l'extrait alcaloïdique de *Peganum harmala* cause une mortalité imaginale chez *S. gregaria* de 37% au bout de 30 jours. Ce taux de mortalité est de l'ordre de 83% et 66% pour les mêmes extraits alcaloïdiques de *Calotropisprocera* et *Zygophyllum gaetulum* respectivement. OULD AHMEDOU *et al.* (2001), déclarent qu'en élevage, en régime alimentaire mono-spécifique à base *Citrilluscolocynthis* des larves de quatrième stade du Criquet pèlerin, une mortalité de



Photo 10 : Noircissement de la face ventrale d'une larve de L₅ de *S. gregaria* traité par l'extrait alcaloïde *Pergularia tomentosa*

Tableau 6- Evolution du pourcentage de la mortalité cumulée enregistrée chez les larves L₅ nourries par des feuilles de chou témoins et traitées par les extraits végétaux de *P. tomentosa* et *C. spinosa*

Temps (jours)	Témoin (acétone)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique		Larves L ₅ nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait alcaloïdique		Témoin (Eau distillée)	Larves L ₅ nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait aqueux	
		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>	<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>		<i>P. tomentosa</i>	<i>C. spinosa</i>
1	00	00	00	00	00	00	00	00
2	00	00	00	00	00	00	00	00
3	00	00	00	00	00	00	00	00
4	00	00	00	00	00	00	00	00
5	00	00	00	00	00	00	00	00
6	00	00	00	00	00	00	00	00
7	00	00	00	00	00	00	00	00
8	00	00	00	00	00	00	00	00
9	00	00	00	00	00	00	00	00
10	00	00	00	00	00	00	00	00
11	00	00	00	16,66	00	00	00	00
12	00	00	00	33,33	00	00	00	00
13	00	00	00	33,33	00	00	00	00
14	00	00	00	33,33	00	00	00	00
15	00	00	00	33,33	00	00	00	00

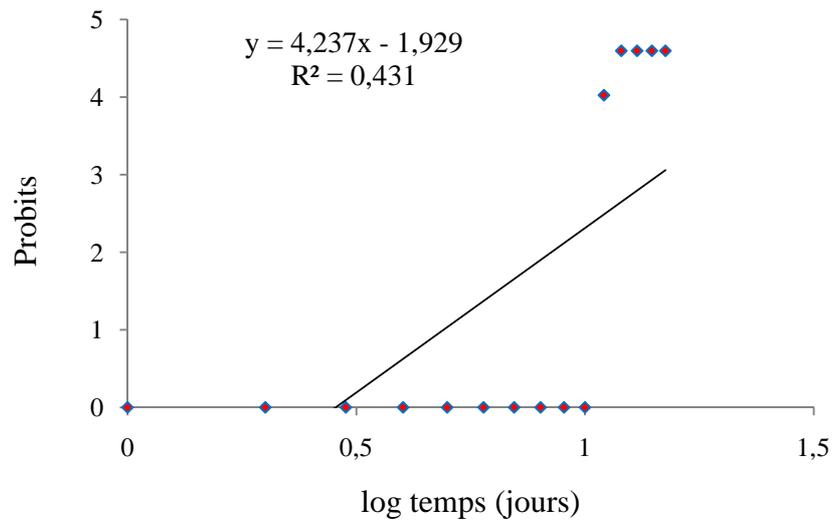


Figure 7- Relation entre *Schistocerca gregaria* et *Pergularia tomentosa* dans le temps

10% est obtenue au bout du 15e jour. ABBASSI et *al.* (2004), étudiant l'effet de l'extrait alcaloïdique mis en solution d'éthanol d'une laticifère *Calotropisprocerea* sur les larves du Criquet pèlerin, rapportent qu'au bout de 15 jours, une mortalité de 100% est atteinte par suite à des profondes perturbations physiologiques, à savoir une perte en eau intense, des troubles d'équilibres et des mouvements convulsifs, etc. Ces résultats sont identiques à ceux obtenus par AL ROBAI (1997), chez le Criquet du désert par injection du latex de *C. procerea*. Des malformations sont observées suite à la mue imaginale au niveau de trois lots traités. Il s'agit des larves L₅ traités à l'aide de l'extrait foliaire de *Peganum harmala*, *Cleome arabica* et *Citrulluscolocynthis*.

Conclusion

Le Sahara algérien dispose d'une diversité floristique exceptionnelle, plusieurs espèces sont utilisées en pharmacopée traditionnelle comme remède pour soigner les différentes maladies et les infections. De même, il à signaler que certaines espèces de la flore spontanéesont épargnées aussi bien par les juvéniles du Criquet pèlerin.

L'étude de l'activité biologique des extraits bruts de deux plantes acridifuges endémiques ,*Pergulariat omentosa* Ait et de *Capparis spinosa* Lau stade de fructification récoltées dans le Sahara septentrionalEst algérien sur les larves du cinquième stade de *Schistocerca gregaria* (Forskål,1775), a mis en exergue le pouvoir anti-appétant des trois extraits obtenus à partir de feuilles de ces deux plantes, vis-à-vis des larves de cet acridien du désert.

L'étude de l'activité biologique des extraits foliaires bruts de *Pergularia tomentosa* L et de *Capparis spinosa*, a fait ressortir leur action sur la prise de nourriture, la digestion, la consommation journalière, la croissance pondérale et sur le gain de poids chez ce locuste. Toutefois, des différences dans l'intensité des actions nocives sur les individus testés, sont perceptibles. Il est noté que chez les individus nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait alcaloïdique de deux plantes, la prise de nourriture est plus faible comparativement aux autres extraits.Ceci témoigne de l'effet dissuasif de deux plantes sur cet acridien. L'effet inhibiteur sur la prise de nourriture engendre une chute de poids appréciable. De même, les larves L₅ n'achèvent pas leur mue. L'ingestion des feuilles de choux traitées à provoquer de profondes perturbations digestives. Elles se traduisent par un coefficient d'utilisation digestif apparent faible.

L'effet de l'extraits végétaux sur la digestion a été évalué via le calcul du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUD_a), les valeurs du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDa) estimées pour les larves L₅ du Criquet pèlerin nourris par des feuilles de choux traitées par les extraits végétaux de *P. tomontosa* de *C. spinosasont* relativement proches de celles observées chez les individus des lots témoins.

En outre, en terme de mortalité, il est signalé que ces extraits sont relativement peu toxique sur le criquet pèlerin, aucune mortalité n'est enregistrée chez les larves L₅ des lots nourris par des feuilles de chou d'extraits de *C.spinosa* et d'extrait acétonique et aqueux de *P. tomontosa*, bien que des cas de mortalité sont notés au niveau des lots nourris par des feuilles de choux traitées de l'extrait alcaloïdique de *P.tomontosa*.

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 à lutte chimique, leurs propriétés pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très appréciables pour les traitements phytosanitaires avenir. Les extraits des végétaux peuvent se substituer aux insecticides chimiques utilisés dans le domaine de la lutte préventive contre le Criquet pèlerin. En perspective, pour une meilleure poursuite des travaux de recherche sur des molécules actives, il est souhaitable de prévoir :

- Utiliser des solvants organiques à polarité différente pour l'extraction afin d'extraire les différentes familles de composés chimiques;
- Réaliser des tests avec des différentes concentrations ;
- Tester leurs efficacités en plein champ;
- Etudier l'action des extraits végétaux sur d'autres stade de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) ;
- Etudier l'action des extraits végétaux sur d'autres paramètres biologiques et physiologiques notamment sur le métabolisme glucidique et protéique, le développement ovaire,.....;
- Suivi les tests biologiques par des tests de caractérisation et d'identification phyto-chimique des extraits végétaux pour identifier le principe actif

Référence bibliographique :

- 1-**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.
- 2-**ABBASSI K., ATAY-KADIRI Z. et GHAOUT S., 2003a.-** Biological effects of alkaloids extracted from three plants of Moroccan arid areas on the desert locust.The Royal Entomological Society, Physiological Entomology, (28): 232-236.
- 3-**ABBASSI K., MERGAOUI L., ATAY KADIRI Z., STAMBOULI A. et GHAOUT 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.Afrique. Ed. CIRAD, Montpellier, 17 p.
- 4-**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.
- 5-**APPERT J. et DEUS J. 1982.-** Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maison neuve et Larose, Paris, 419 p.
- 6-**ASAWALAM E.F., EMOSAIRUE, S. O. and HASSANALI A., 2006.-** Bioactivity of *Xylopi aetiopica*(dunal) a. rich essential oil constituents on maize weevil *Sitophiluszeamais* mots chulsky (Coleoptera - Curculionidae). Electronic journal of environmental agricultural and food chemistry, vol. 5 (1): 1195-1204.
- 7-**AWAD E.W., SAADÉ F. E. and HADI AMIRI M., 1997.-** Effect of azadirachtin on the nutrition, development and biogenic amine levels in the Eastern Death's Head hawk moth, *Acherontia styx* (Lepidoptera: Sphingidae). Experimental Biology Online –EBO: 2-15.
- 8-**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.
- 9-**BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOGNAY G. et AMMAR M., 2001.-** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* l'Hérit (Solanaceae) sur la Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775).Biotehmol. Agron. Soc. Environ., vol. 5 (2): 85-90.

10-BELOUED A., 2009- Plantes médicinales d'Algérie, 5ème édition, Ed office des publications universitaires, Alger, 284p.

11-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.

12-BRADER L. H. DJIBO H., FAYE F. G, GHAOUT S., LAZAR M., LUZIETOSO CABRIDENC R., COULINKOV I. et DE LAVAUUR E., 1980.- Evaluation au stade laboratoire des risques toxiques résultant des pesticides. Pesticides. Cahier du nutrition et de diététique, Paris (4): 69-74.

13-CHAIEB I., BEN HALIMA M. et BEN HAMOUDA H., 2006.- Expériences de toxicité de l'extrait saponique du *Cestrum parqui* sur divers insectes nuisibles. Revue des Régions Arides: 245-251.

14- CHARA,B., 1995. - Rapport de la mission de consultation FAO effectuée en Mauritanie du 122 au 27031995. - Rapport de Mission – 25-27p.

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

16-CIRAD., 2003.- Locust literature CD. Ed. CIRAD, Montpellier.

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

18-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.

19-DE VISSCHER M. N., 1991.- L'environnement de la lutte antiacridienne: les perspectives et les contraintes de la recherche. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 219-227.

20-DHOUB S., 1994.- Action de quelques substrats alimentaires sur la croissance, le développement et la structure de la cuticule chez le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (forskål, 1775) (Orthoptera- Adrididea). Mém. Ing. Agro. INFSAS, Ouargla, 50 p.

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

22-DOUMANDJI S., 2006- Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca*

- 23-DOUMANDJI S., 2007b.-** Etude de cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)(Orthoptera- Acrididae) sur le chou *Brassica oleracea* L.Brassicaceae) en laboratoire. L'Entomologiste, T. 63 (1): 7-12.
- 24-DOUMBAI L., 1994.-** Les effets de *Melia azedarach* sur les larves de criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Rev. Sahl. Pv. Info., N°60 : 2-10.
- 25-DURANTON J. F. et LECOQ M., 1990.-** Le criquet pèlerin au Sahel. Coll. Acrid. Opé. (6), CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 178 p.
- 26-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.
- 27-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.
- 28-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.
- 29-FEENY P. P., 1976. -** Plant appetency and chemical defense. Ed. Plenum Press, New York: 1-40.
- 30-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.
- 31-GRASSE P. P., 1970.-** Zoologie- Des Invertébrés. Ed. Massons, Paris,1500 p.
- 32-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.
- Gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Sécheresse, vol..17(3): 407-414.
- 33-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.
- 34-HALOUANE F., 1997.-** Cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthopteraacrididae). Efficacité *Metarhizium anisopliae* (Meth) (Hyphomycetes, deuteromycotina) et effet sur quelques paramètres physiologiques de *Shistocerca gregaria*. Thèse Magister, sci. Agro. Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 237 p.

- 35-HASSANALI A., 2007.-** Connaissance de base sur le PAN. (Phénylacétonitrile).Atelier international sur L'avenir des biopesticides en lutte contre le Criquet pèlerin. Ed. FAOUN, Sénégal: 32 p.HS. n° 1, Paris: 3-17.
- 36-HUNTER D. M., 2007.-** Application de Green Guard *Metarhizium anisopliae* var. acridum contre la Criquet migrateur oriental *Locustamigratoriamanilensis* enChine. Atelier international sur l'avenir des biopesticides en lutte contre le criquet pèlerin. Ed. FAOUN, Sénégal: 32 p.
- 37-IDRISSI HASSANI, L.M. ET HERMAS, J. 2008.** Effets de l'alimentation en *Peganum harmala* L.(Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsak. (Orthoptera, Acrididae). Zool. Baetica, 19: 71-84.
- 38-INPV., 1999.-** Instrument de développement de la protection phytosanitaire. Ed.Institut Nationale de la protection des végétaux, Alger, 32 p.
- 39-J. F. Duranton, M. Lecoq,** Le criquet pèlerin au Sahel. CIRADPRIFAS, collection Acridologie opérationnelle. 6. Montpellier 1990, 183p.
- 40-JEAN V. et JIRI S., 1983 -** Plantes médicinales. 250 illustrations en couleurs. Ed. Larousse, Paris, 319 p.
- 41-JOUAN Y., 1980.-** Effets des pesticides sur les chaînes trophiques. Pesticides cahier de nutrition et de diététique, (4): 47-54.
- 42-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 Mém. Mg., Ag. Dép. Agro., Univ. Kasdi Merbah Ourgla, 62-71 p p.
- 43-KEVAN D. K., 1992.-** Les agents de lutte biologique existant et potentiels contre les Orthoptéroïdes nuisibles. Ed. Geatenmorin, Québec, 221 p.
- 44-KIENDREBEOGO M., OUEDRAOGO A. O. et NACOULMA O. G., 2006.-**Activités insecticides de *Striga hermonthica* (Del.) Benth (Scrophulariaceae) sur *Callosobruchus maculatus*(Fab.) (Coleoptera- Bruchidae). Biotechnol.Agron.Soc. Environ., vol. 10 (1): 17 23.
- 45-KORICHI .RAOUF. ,1996.-** Contribution a l'étude du régime et quelques aspects de la biologie du criquet pelerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Acrididea Cyrtacanthacridinae) dans la region d'adrrar, Mém. Ing., Agro. Dép. Agro., Univ. Kasdi Merbah Ourgla , 10-25pp.
- 46-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.

- 47-LATCHININSKY A. V. et LAUNOIS-LUONG M. H., 1992-** Le criquet marocain *Dociostarus Marocanus* (Thumberg,1815), dans la partie orientale de son aire de redistributions. Ed. CIRAD-GREDAT-PRIFAS, Montpellier, 270 p.
- 48-LAUNOIS-LUONG M. H. et LECOQ M., 1989.-** Vade Mecum des criquets du sahel. Collection Acridologie Opérationnelle N°5, CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 82 p.
- 49-LAUNOIS-LUONG M. H. et POPOV G. B., 1992.-** *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Acrididea- Cyrtacanthacridinae). Ed. CIRAD- PRIFAS, ISBN. Paris, 45 p.
- 50-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.
- 51-LAZARE, K., HAUBRUGE, E., DESTAIN, J., THONART, P., LIENARD, V. ET GASPAR, C. 1996.** Utilisation de *Bacillus subtilis* comme insecticide à l'égard de *Drosophila melanogaster* (MEIGEN). *Med. Fac. Landbouwen*, Univ. Gent. 61/3a, Belgique, pp. 887-893.
- 52-LECOQ M., 1988.-** Les Criquets du Sahel. Collection Acridologie Opérationnelle n°1, CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 125 p.
- 53-LECOQ M., 2004.-** Vers une solution durable au problème du Criquet pèlerin.Sécheresse, vol. 15 (3): 217-224.
- 54-LECOQ M., 2005.-** Enseignement de la récente invasion du Criquet pèlerin en
- 55-MAHJOUB N., 1988.-** Le problème du Criquet pèlerin et les perspectives de sa solution. *Sahel prot. Végé. Info*, (7): 8-11.
- 56-MAMADOU A., MAZIH A. et INEZDANE A., 2005.-** L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de *Pimelia* (Coleoptera,Tenebrionidae). *La revue en sciences de l'environnement*, vol. 6 (3): 1-8.
- 57-MAMADOU A., MAZIH A. et INEZDANE A., 2005.-** L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*(forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de *Pimelia*(Coleoptera, Tenebrionidae). *La revue en sciences de l'environnement*, vol. 6 (3): 1-8.
- 58-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..
- 59-MOUSSA A., 2003.-** Effet de l'huile de neem (*Azadirachtaindica*) sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de *Locusta migratoria migratoria*(Linné, 1758) et

Locusta migratoria migratorioides (R&F, 1850) (Orthoptera-Acrididae). Thèse de Magister, INA, El Harrach, Alger: 123 p.

60-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.

61-OULD EL HADJ M. D., 1991.Bioécologie des sauterelles et sauteriaux dans trois zones d'études au Sahara. Mém., INA, El Harrach, Alger, 85 p.

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

63-OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN-BADJO A., HALOUANE F., et OZANDA P., 1991.- Flore et végétation du Sahara. (3ème édition, augmentée). Ed. CNRS, Paris: 662 p.

64-OZENDA P., 1979 - Flore du Sahara. Ed CNRS, Paris, 622 p.

65-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.

66-PASQUIER R. et GERBINOT B., 1945.- Utilisation du *Milia* pour la protection des cultures contre les de la sauterelle pèlerin. Bult. Sem. Off. Nat. Lut. Antiacridien, Alger, 2 S.(2): 17-23.

67-PASTER P., SMOLIKOWSKI S. et THEWYS G., 1988. - La lutte antiacridienne. Dossier Deltaméthrine. Ed. Rossel Uclaf, Paris, 127 p.

68-PEVELING R., 2000.- Suivi environnemental des activités de la lutte antiacridienne à Malaimbandy, Madagascar. Projet d'appui à la gestion de l'environnement. International Ressources Group, n°839, Washington, 38 p.

69-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.

70-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.

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

- 72-QUENTIN J. C. et SEUREAU C., 1975.-** Sur l'organogenèse de *Seuratium cadarachense* (Desportes, 1947) (Nematoda- Seuratoidea) et les réactions cellulaires de l'Insecte *Locusta migratoria*, hôte intermédiaire. Z. Parasitenk, vol. 47: 55- 68.
- 73-RACHADI T., 1991.-** Précis de lutte antiacridienne: La pulvérisation des pesticides. Mim. Coop. Dév., CIRAD/ PRIFAS, Montpellier, 312 p.
- 74-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.
- 75-RUNGS C. I. A., 1945-** Bulletin semestriel de l'office national de lutte antiacridien. Ed. ONAA, Paris: 76-87. SAIZONOU N. J. 2000- Lubilosa et la lutte contre les acridiens. Mini. Agriculture HS. n° 1, Paris: 3-17.
- 76-SAIZONOU N. J. 2000-** Lubilosa et la lutte contre les acridiens. Mini. Agriculture
- 77-SAXENA R. C., 1988.-** Neem a source of natural insecticides. Insecticides of plant origin, n°387, IRRI, Los Banos, Philippines: 110-135.
- 78-SEYE F., NDIONE R. D. et NDIQYE M., 2006.-** Etude comparative de deux produits de neem (huile et poudre) sur les stades préimaginaux du moustique *Culex quiquefasciatus* (Diptera- Culicidae). Afrique science, vol. 2 (2): 212-225.
- 79-SIEBER K. P. et RAMBOLD H., 1983.-** The effect of azadirachtin on the endocrine control of moulting in *Locusta migratoria*. Jour. Insects physiology, n° 97: 523-527. Stage de formation en lutte antiacridienne. Ed. INPV/ OADA, Alger: 137-148.
- 80-SYMMONS P. M. et CRESSMAN K., 2001.-** Directive sur le Criquet pèlerin 1. Biologie et comportement. Ed. FAO, Rome, 43 p.
- 81-TAIL G., 1998-** Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), (Orthoptera Acrididae) Efficacité entologique de *Pseudomonas fluorescens* (Pseudomonadales) sur quelques aspects physiologiques du criquet pèlerin. Thèse Mag., INA, El Harrach, Alger, 190 p.
- 82-THIAM A., 1991.-** Problématique de l'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte anti-acridienne au Sahel. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 193-206.
- 83-UNESCO, 1960 -** Les plantes médicinales des régions arides. Recherches sur les zones arides, Paris, 99 p.
- 84-UVAROV B. P., 1928. -** Grasshopper and book for their study and control. Ed. Imperial officine on entomology, London, 353 p.

Référence bibliographique

85-VAYSSIERE P., 1929.-La lutte contre les sauterelles nuisibles en France et en Afrique du nord. Pub. Agri. Comp. Chem. Fer., Paris à Lyon et la méditerranée, n°33, 52 p.

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

87-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.

Résumé : L'étude de l'activité biologique des extraits foliaires bruts de *Pergularia tomentosa* L et de *Capparis spinosa* L récoltées au Sahara septentrional Est Algérien sur les larves du cinquième stade de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), a fait ressortir l'effet de ces extraits sur la prise de nourriture, la consommation moyenne est de 0,84g/jours et 0,90g/jours pour les lots nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait alcaloïdique de *P. tomentosa* et *C. spinosa* respectivement et de 1,22 g/jours pour les lots nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux de *P. tomentosa* et de 1,51 g/jour pour les larves alimentées par des choux traitées par l'extrait alcaloïdique de *C. spinosa*. De même pour les autres extraits, la consommation est beaucoup plus faible par rapport aux individus des lots témoins.

Les valeurs du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDA) estimées pour les larves L₅ du Criquet pèlerin nourries par des feuilles de choux traitées par les extraits végétaux de *P. tomentosa* et de *C. spinosa* sont relativement proches de celles observées chez les individus des lots témoins. Les valeurs de CUDA coefficient d'utilisation digestif apparent chez les individus de l'extrait acétonique sont de 79,44%, de 83,56% de *P. tomentosa* et *C. spinosa* respectivement. Pour l'extrait alcaloïde *P. tomentosa* est de 83,56%, pour *C. spinosa* est de 84,65 et pour l'extrait aqueux est de 86,04 pour *P. tomentosa* et de 85,82% et *C. spinosa*. Une perte du poids est notée chez les larves L₅ et *S. gregaria* traitées par l'extrait foliaire alcaloïdique de *P. tomentosa*, par contre chez les larves L₅, un gain du poids est observé mais à des pourcentages plus faibles comparativement aux témoins.

En outre, aucune mortalité n'est enregistrée chez les larves L₅, des lots nourris par des feuilles de choux traitées par les extraits de *C. spinosa*, alors qu'il est observé le blocage et de mue chez une larve L₅ nourrie par des feuilles de choux traitées par l'extrait alcaloïdique de *P. tomentosa* où un pourcentage de mortalité de 33.33% est noté.

Mots clé : Activité biologique, *Pergularia tomentosa*, *Capparis spinosa*, *Schistocerca gregaria*, extrait, Sahara septentrional.

مفعول مستخلصات أوراق القلقة والكبار على بعض العوامل البيولوجية على الجراد الصحراوي

الملخص: أبرزت دراسة النشاط البيولوجي للمستخلصات الخامة لأوراق القلقة والكبار المقططة من شمال الصحراء شرق الجزائر على الطور الخامس من الجراد (الصحراوي عام 1775)، تأثيرها على زيادة الوزن، بحيث أن متوسط الاستهلاك يقدر ب 0.84 غ / يوم و 0.90 غ / يوم بالنسبة للمجموعات المغذاة بأوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص الكحولي القلقة والكبار على التوالي و 1.22 غ/يوم بالنسبة للمجموعات المغذاة بأوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص المائي القلقة و 1.51 غ / يوم وبالنسبة لليرقات المغذاة بالملفوف المعالج بالمستخلص الكحولي للكبار . وأيضاً بالنسبة لباقي المستخلصات الاستهلاك ضعيفا جدا مقارنة مع عينات المجموعة الشاهدة.

تقدر قيم معامل الاستفادة الهضمي واضح (CUDA) ليرقات الطور الخامس من الجراد المغذاة بأوراق الملفوف المعالجة بالمستخلصات النباتية من القلقة و الكبار قريبة نسبيا من تلك التي لوحظت في المجموعات الشاهدة. قيم معامل واضح في الجهاز الهضمي استخدام CUDA عند عينات مستخلص الأسيتون هي 79.44٪ و 83.56٪ القلقة و الكبار على التوالي. بالنسبة للمستخلص الكحولي للقلقة يقدر ب 83.56% بالنسبة للكبار يقدر ب 84.65% ، بالنسبة للمستخلص المائي يقدر ب 86.04% بالنسبة للقلقة و 85.82% بالنسبة للكبار . ويلاحظ فقدان الوزن عند يرقات الطور الخامس للجراد الصحراوي المعالج بمستخلص الأوراق الكحولي للقلقة على عكس باقي يرقات الطور الخامس، نلاحظ أنه هناك زيادة في الوز لكن بنسب ضعيفة جدا مقارنة مع الشواهد.

وبالإضافة إلى ذلك، لم تسجل أي وفيات في يرقات الطور الخامس، في العينات المغذاة بأوراق الملفوف المعالجة بمستخلص الكبار ، في حين تثبيط بمستخلص في عملية التحول عند يرقات الطور الخامس المغذاة بأوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص الكحولي للقلقة أين لوحظ نسبة وفيات تقدر ب 33.33%.

الكلمات المفتاحية: النشاط البيولوجي، القلقة، الكبار ، الجراد الصحراوي ، مستخلص ، شمال الصحراء.

Action the extracts of *Pergularia tomentosa L* and *Capparis spinosa L* on some biological parameters of locust *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)

Abstract: The study of the biological activity of crude leaf extracts *Pergularia tomentosa* *Capparis spinosa L* and *L* harvested northern Sahara eastern Algeria on fifth instar of *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), highlighted the effect of the extract on food intake, the average consumption of 0.84 g / day and 0.90 g / day for lots fed cabbage leaves treated with the alkaloid extract of *P. tomentosa* and *C. spinosa*, respectively, and 1.22 g / day for lots fed cabbage leaves treated with aqueous extract of *P. tomentosa* and 1.51 g / day for larvae fed cabbage treated with alkaloid extract of *C. spinosa*. The same goes for the other extracts, consumption is much lower compared to individuals in the control groups.

The values of the coefficient of apparent digestive utilization (CUDA) estimated for L5 larvae of locusts fed with cabbage leaves treated with plant extracts of *P. tomentosa* and *C. spinosa* are relatively close to those observed in individuals with control groups. The values of coefficient of apparent digestive CUDA use among individuals of the acetone extract are 79.44% and 83.56% *P. tomentosa* and *C. spinosa* respectively. For alkaloid extracted *P. tomentosa* is 83.56% for *C. spinosa* is 84.65 and the aqueous extract is 86.04 for *P. tomentosa* and 85.82% and *C. spinosa*. A weight loss is noted that in L5 larvae and *S. gregaria* treated by foliar alkaloid extract of *P. tomentosa* by larvae against L5, a weight gain was observed, but at lower percentages compared to controls.

In addition, no mortality was recorded in L5 larvae, batches fed cabbage leaves treated with extracts of *C. spinosa* , whereas it is observed blocking and molting by a L5 larvae fed cabbage leaves treated with the alkaloid extract of *P. tomentosa* where a percentage mortality of 33.33% was noted.

Keywords: Biological Activity, *Pergularia tomentosa*, *Capparis spinosa*, *Schistocerca gregaria*, extracts, northern Sahara