

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

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

Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux
Option : Entomologie

THEME

**Étude de la toxicité des extraits foliaires de *Cleome arabica l.*
(*Capparidaceae*) sur les larves du cinquième stade et les
adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)
(*Orthoptera-Acrididae*)**

Présenté et soutenu publiquement par :

M^{lle} HADJ AMAR KHADIDJA

Le 30/09/2012 .

Devant le jury :

Président :	M. SEKOUR M.	M. C. "B" (Univ. K M Ouargla)
Promoteur :	M. OULD ELHADJ M.D.	Pr (Univ.K.M.Ouargla)
Co-Promoteur	M. KEMASSI A.	M.A. "A" (Univ. de Ghardaïa)
Examineurs :	M ^{me} KHERBOUCHE Y.	M. A. "A" (Univ. K M Ouargla)
	M. KORICHI R.	M. A. "A" (Univ. K M Ouargla)

Année Universitaire : 2011/2012

REMERCIEMENTS

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

*Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude s'adressent à mon co-promoteur **KEMASSI A.** (Maitre assistant A la faculté des Sciences de la Nature et de la vie et de la terre Université de Ghardaïa), pour avoir accepté de diriger ce travail.*

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

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

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

*Je n'oublie pas de remercier Mlle **BOUZIANE N.** et **M. YOUSSEF M.** qui m'ont beaucoup aidé à réaliser ce travail.*

J'adresse également mes sincères remerciements à tous les personnels enseignants du département des sciences agronomiques et du département de biologie de l'université KASDI MERBAH-Ouargla,

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

*Mes sincères remerciements vont également à Melle **BOUGHABA L.** Melle **SAYAH Z.**, **SABRINE**, , **SAFIA**, **SIHAM**, **RAHIME**, **HAROUNE**, Merci pour le soutien, la disponibilité et pour l'encouragement.*

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

KHADIDJA

Dédicace

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

Je dédie ce modeste travail:

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

A mon père Laid, qui Dieu ait pitié de lui.

A mes frères Noureddine, Hamza, Nadir, Amine.

A mes sœurs Fatima, Amina, Zinebe, Kaltoume.

A tout mes oncles et mes tantes.

A toute la famille de HADJ AMAR.

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

Une spéciale dédicace à mes collègues: Ither B, Soued A, hada G, Nacira T, Wiam B, Aida A, Amal B, Samiha, Rabiaha H, Iman H, Hanifa I, Roumisa, Fatima G, zinebe G, houda A, Safwa, Badreddine M, Taher Dr, Taher Da, Oussama G, Oussama D, Zakaria (salama), Abasse T, Aide A, Ali M, Badreddine A.

KHADIDJA

INTRODUCTION

Introduction

Le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) est considéré comme étant l'un des principaux fléaux de l'humanité. La particularité de cette espèce est liée à sa grande mobilité, son aire d'invasion très vaste, sa voracité ainsi que sa grande polyphagie. Il s'agit du criquet ayant la plus grande importance économique. Il constitue une menace pour l'agriculture au sein d'une très vaste zone s'étendant de l'Afrique du nord à l'équateur et de l'atlantique à l'Asie du sud ouest en passant par le proche orient. En période d'invasion les pays envahis par le criquet pèlerin subissent de graves préjudices. L'ampleur des dégâts provoqués peut engendrer des perturbations socio-économiques et environnementales importantes (LECOQ, 2003). De ce fait cette espèce constitue une préoccupation majeure de nombreux établissements national et international.

La dernière invasion qu'a connue la région occidentale d'octobre 2003 au mois de mai 2005 a révélé des insuffisances dans l'exécution des programmes de surveillances et de luttes notamment dans les pays du Sahel. Ainsi, il a suffi de deux mois de bonne pluviométrie en Mauritanie durant l'été 2003 pour assister au retour massif des populations grégaires au mois d'octobre de la même année (F.A.O., 2004 ; LECOQ, 2005).

Pour faire face à cette invasion, les pays du Maghreb et du Sahel, comme dans le passé, ont eu recours à toute une panoplie de produits chimiques réputés ayant un effet de choc contre les acridiens. Plus de 13 millions de litres de pesticides ont été déversés dans les biotopes infestés, dont 09 millions en Algérie et au Maroc durant les années 2003 et 2005. Les conséquences qui peuvent résulter d'une mauvaise application et du non respect des précautions d'emploi sont réelles tant sur la santé humaine, animale que sur l'environnement (DORÉ *et al*, 2008).

La surveillance et la lutte contre ce ravageur étaient confiées à des équipes de prospecteurs appartenant à une organisation régionale. Les prospections portaient sur l'ensemble de l'aire grégarienne découpée en secteurs, qui étaient visités régulièrement. Dans ces dernières années, et face à une législation de plus en plus restrictive sur l'application des pesticides de synthèse, la recherche des extraits végétaux ayant des pouvoirs toxiques en tant qu'insecticides naturels ou phyto-insecticides s'inscrit dans une stratégie particulièrement adaptée aux exigences du consommateur tout en préservant l'environnement (DURANTON et LECOQ, 1990).

Le refus de consommation par un grand nombre d'insectes à l'égard de certaines plantes hôtes est dû à la présence de substances naturelles répulsives, les dissuasifs, les antiappétants et toxiques (REMBOLD, 1997). Chez certaines plantes, des produits chimiques sont synthétisés dans leurs tissus et peuvent ainsi intoxiquer leurs agresseurs phytophages. Les pesticides botaniques sont extraits de tige, feuilles, fleurs ou les racines de plantes. C'est dans ce sens que nous avons jugés utile de réalisé une étude sur l'efficacité insecticide des extraits foliaires d'une plante réputé toxique sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (BEZAZE 2011). Il s'agit du *Cleome arabica* L. une plante spontanée du Sahara septentrional Est algérien, épargnée par le Criquet du désert, ses caractéristiques acridicides, acridifuges ou anti-apétantes.

Parmi les travaux qui ont traités ce sujet on cite celui de OULD EL HADJ (2003) qui vise a trouvé l'effet des extraits de trois plantes acridifuges (*Melia azedarach*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus globulus*) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *S.gregaria*. De même KEMASSI (2008) a utilisé les extraits de 6 plantes acridifuges (*Ephedra alata*, *Euphorbia guyoniana*, *Peganum harmala*, *Zizyphus lotus*, *Citrullus colocynthis*, *Cleome arabica*) sur les larves et les adultes de la même espèce acridienne. LABOUZE (2010) a testé l'effet d'une seule plantes (*C. arabica*) sur les larves et les adultes de *S.gregaria*. BOUZIANE (2012) a également testé l'effet des extraits de deux plantes (*Euphorbia guyoniana*, *Peganum harmala*) sur *S.gregaria*.

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

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1-	Liste de quelques plantes acridifuges ou acridicides et leurs effets sur <i>S. gregaria</i>	31
2-	Consommation journalière (g) enregistrée chez les larves L ₅ et adultes de <i>S. gregaria</i> nourris aux feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de <i>Cleome arabica L.</i>	48
3-	Analyse de la variance de l'effet des extraits végétaux sur la prise de nourriture chez les larves L ₅ et adultes de <i>S. gregaria</i>	50
4-	Cinétique de la mortalité journalière chez les larves du cinquième stade et les adultes de <i>Schistocerca gregaria</i> mis en présence de feuille de chou témoin et traité par les extraits de <i>Cleome arabica L.</i>	52
5-	Mortalités corrigée et Probits correspondants en fonction du temps de traitement par les extraits de <i>Cleome arabica</i> . (M.C. : Mortalité cumulée)	56
6-	Equations des droites de régression, coefficients de régressions et les valeurs de TL ₅₀ évaluées pour les extraits de <i>Cleome arabica L</i>	57
7-	Valeurs moyennes du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDA) des différents extraits végétaux chez les adultes et les larves L ₅ <i>S. gregaria</i>	58
8-	Evolution pondérale des larves L ₅ et adultes de <i>S. gregaria</i> nourris aux feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de <i>Cleome arabica L</i>	61
9-	Valeurs moyenne de l'indice de consommation évalué pour chaque extrait végétal et témoin chez les adultes et les larves L ₅ de <i>S. gregaria</i>	65

Liste des figures

N°	Titre	Page
1-	Cycle biologique de développement de <i>Schistocerca gregaria</i>	10
2-	Aire de distribution géographique du <i>S. gregaria</i>	17
3-	Actions de différents extraits végétaux sur la mortalité cumulée des adultes de <i>S.gregaria</i>	53
4-	Actions de différents extraits végétaux sur la mortalité cumulée des larves L ₅ de <i>S.gregaria</i>	54
5-	A, B – Relation entre <i>Schistocerca gregaria</i> et les extraits de <i>Cleome arabica</i> en fonction du temps	57
6-	Comparaison de pourcentage des variations moyennes du poids par apport au poids initial des larves L 5 et adultes de <i>S. gregaria</i> témoins et traités	60

Liste des photographies

N°	Titre	Page
1-	Larve solitaire de stade L ₅	11
2-	Larve grégaire de stade L ₅	11
3-	<i>Cleome arabica</i> L. au stade fructification	37
4-	Cage utilisée pour l'élevage du Criquet pèlerin	39
5-	Montage pour l'extraction d'extrait aqueux	41
	a, b-Noircissement de la face ventrale observée chez les larves L ₅	
6-	d'un adulte de <i>S.gregaria</i> traités par l'extrait acétonique de <i>Cleome arabica</i>	51
7-	Interruption de la mue chez une L ₅ de <i>S. gregaria</i> traités par l'extrait aqueux de <i>Cleome arabica</i>	53
8-	Malformations chez un ailé de <i>S. gregaria</i> traités par l'extrait acétonique de <i>Cleome arabica</i>	53

**Chapitre I: - APERÇU
BIBLIOGRAPHIQUE SUR
LE CRIQUET PÈLERIN**

Chapitre I - Aperçu bibliographique sur le Criquet pèlerin

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 et *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 (ANONYME, 1989; 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 (1979) et GHIDAOUI (1990) 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.

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 débarrassée 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).

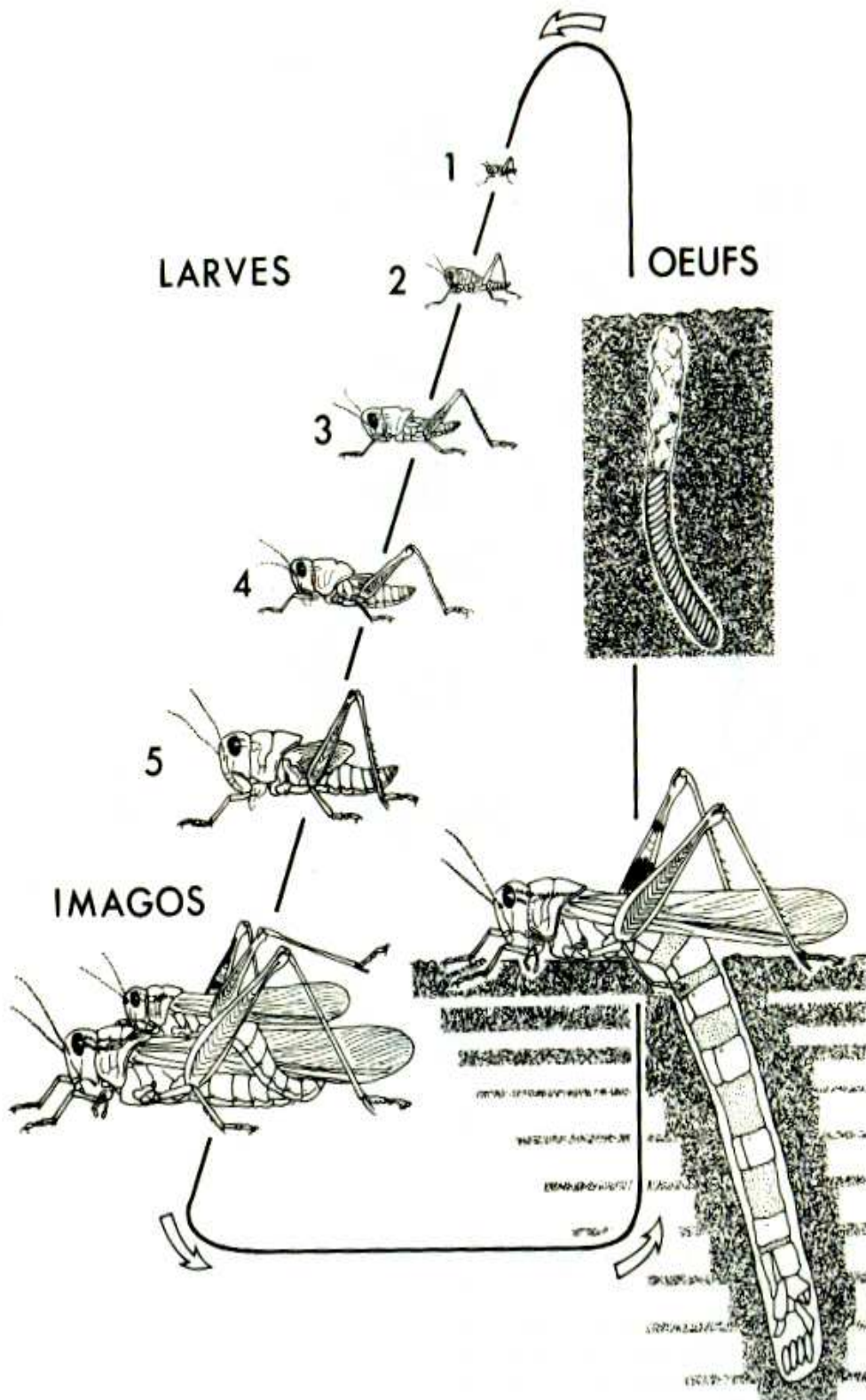


Figure 1- Cycle biologiques de développement de *Schistocerca gregaria* (CIRAD, 2001)

Pour le Criquet pèlerin, 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). Pour 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). 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 L₅
(DURANTON et LECOQ, 1990)



Photo 2 - Larve grégaire de stade L₅
(DURANTON et LECOQ, 1990)

I.3. 3.- Imagos 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. 3.1.- 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. 3.2.- Imagos grégaires

Le Criquet du désert est l'espèce de locuste la plus sensible à la densité et chez qui la grégariaptitude 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 imaginale 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 il la précipitation est inférieure moins de 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 grégariation 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 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 Sebka (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 Sebka, 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 différer 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 02). 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 (LOUNIS, 1995).

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 2). 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-Aïr, 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 (GUENDOOUZ- 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; GUENDOZ-BENRIMA, 2005).

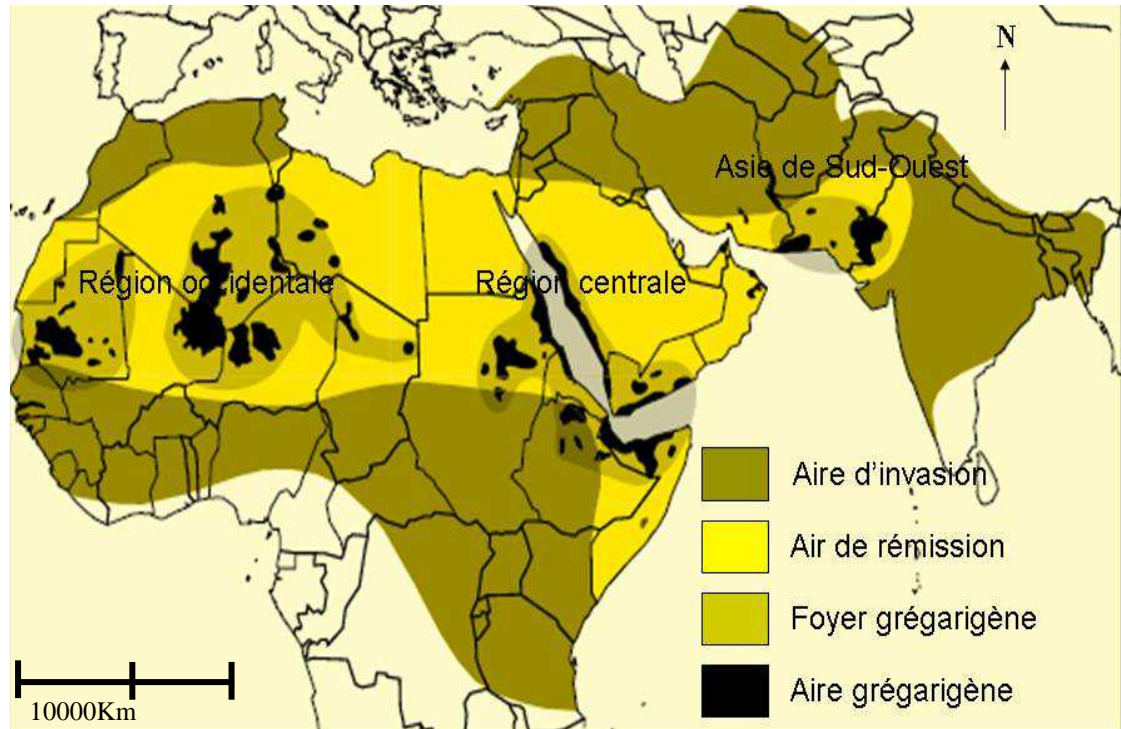


Figure 2: Aire de distribution géographique du *S. gregaria* (LECOQ, 2004)

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 *Schistocerca gregaria* s'accommode bien avec le chou comme substrat alimentaire. TAIL (1998) souligne la préférence de locuste pour le blé dur *Triticum durum* (Husnot, 1899). 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; HAMADI, 1998; MOUSSA, 2000),

ainsi que *Azadirachta indica* (TANKARI DAN-BADJO, 2001). *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 laquelle 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'enrayure, 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;
- Pyréthrinoides 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 Pyréthrinoides, 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 appliqués 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 Chlorpyrifos, le Malathion, le Fénéthion 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 statut 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 de 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 ont été traités.

Cette vaste superficie se répartit sur 23 pays d'Afrique. De 1997 à 1999, 4,2 millions d'hectares ont été traités au Madagascar. En 2000 plus de 8 millions d'hectares ont été traités au Kazakhstan. Ces zones traitées 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 (MAHJOUR, 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 Nermithidae (GREATHEA et al. ,1994); et des acariens ectoparasites sont souvent observés sur les criquets en Algérie, en citant l'espèce *Trombidium parasitica* Lae. (Actiniedida-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 *Oophagomyia plotnikovi* (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). QUENTIN et SEUREAU (1975) note *Seuratium cadarachense* (Desportes, 1947) (Nematoda-Seuratoidea), comme parasite de tube digestif de *Locusta migratoria* (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* (Anthomyidae) (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 KARA (1997) 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 Tournepietre 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 (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 (GRETHEAD 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. flovoride*, *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 1. 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 bêta-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 prévitellogénèse 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 lutter 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 1- Liste de quelques plantes acridifuges ou acridicides et leurs effets sur *S. gregaria*

<i>Espèce</i>	<i>Familles</i>	<i>Activité</i>	<i>Principe actif</i>	<i>Auteurs</i>
<i>Melia azerdarach L.</i>	Meliaceae	Dissuasive	Terpenoïdes (Mélantriol)	OULD EL HADJ et al., 2006
<i>Azadirachta indica Juss.</i>		Dissuasive	Terpenoïdes (Azadirachtine)	OULD EL HADJ et al., 2006
<i>Eucalyptus globule L.</i>	Myrtacées	Antiappétante	/	OULD EL HADJ et al., 2006
<i>Cestrum parqui L.</i>	Solanaceae	-Appetie malgré leur toxicité. -Absence du liquide exuvial	Terpenoïdes (Saponines)	BARBOUCHE et al., 2001 CHAIEB et al., 2006 AMMAR et N'CIR 2008
<i>Solanum sodomaeum L.</i>	Solanaceae	Répulsive et antiappétant	/	ZOUITEN et al., 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 al., 2003, 2004

<i>Citrillus colocynthis</i> <i>Schrad L.</i>	Cucurbitaceae	- Répulsif et toxique	Terpenoïdes (Cucurbitacine)	OULD AHMEDOU <i>et 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 <i>et al.</i> , 2002 ABBASSI <i>et al.</i> , 2003a, 2003b, 2005. IDRISSI HASSANI <i>et HERMAS</i> , 2008
<i>Zygophyllum gaetullum L.</i>	Zygophyllaceae	Toxique et antifertilisante	Alcaloïdes	ABBASSI <i>et al.</i> , 2003a
<i>Glinus lotoide L.</i>	Aizoaceae	Répulsive et toxique	/ -	OULD AHMEDOU <i>et al.</i> , 2001
<i>Olea europea L.</i>	Oleaceae	Répulsive et antiappétant	polyphénols totaux	DOUMANDJI-MITICHE <i>et</i> DOUMANDJI, 2008
<i>Nerium oleander L.</i>	Apocynaceae	Toxique et antiappétant	/ -	

Chapitre II:
MÉTHODOLOGIE DE
TRAVAIL

Chapitre II.- Matériels et méthodes

II.1.- Principe adopté

Les végétaux font un usage constant de la lumière pour croître et se développer. Certaines espèces ont poussés 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 aérienne (PHILOGENE, 1991). D'après FEENY (1975), il existe deux catégories de composés secondaires des plantes:

- Des composés à valeurs quantitatives agissant selon leurs concentrations, comme les tannins. Ce sont des substances phénoliques qui ont 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, lorsqu'elles inhibent la prise de nourriture ou un effet toxique, lorsqu'elles empêchent l'approche des ravageurs.

A cet effet, la présente étude recherche à partir d'extraits acétoniques et aqueux isolé des parties foliaires récoltée au Sahara septentrional Est algérien, épargnées par le Criquet du désert, leurs caractéristiques acridicides ou acridifuges. Les critères d'appréciation sont non seulement les taux de mortalité, mais aussi les effets en termes de consommation de plantes d'alimentation traitées par les extraits bruts foliaires, de croissance pondérale, de développement ovarien, 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 cinquième stade (L₅) et les adultes du Criquet pèlerin issus d'un élevage de masse réalisé au laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides de l'université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie) et de feuilles de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) récoltées au Oued Metlil Est algérien.

II.2.1.1.- Matériel végétal

La flore du Sahara regroupe environ 500 taxons de plantes supérieures (OZENDA, 1983), dont une partie reste de nos jours utilisée par les autochtones comme plantes médicinales (MAIRE, 1933). Le règne végétal est soumis à une agression constante par les phytophages, pour cela, et afin prémunir contre les intermittentes attaques des herbivores, des adaptations morphologiques, anatomiques et physiologiques divers sont constatées. La capacité que possèdent les plantes de se protéger contre leurs ennemis naturels a été réexaminée en détail depuis des siècles en vue d'être exploitée à des fins agronomiques (VERSCHAFFCLT, 1910). Les propriétés insecticides des métabolites d'origine végétale comme la nicotine, la roténone et le pyrèthre sont connues. Certes, l'avènement des insecticides de synthèse a mis en veilleuse les recherches sur les produits naturels d'origine végétale. La lutte contre les insectes entre donc dans une nouvelle phase. 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 depuis le début de la présente décennie sont dus en grande partie à la collaboration étroite des phytotechniciens, des entomologistes, des chimistes et des toxicologues (SAXENA, 1988). Suite à des observations sur terrain, une liste de plantes épargnées par le Criquet pèlerin au Sahara septentrional Est Algérien durant la dernière invasion acridienne de 2003 à 2006, est dressée, parmi les quelles *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) retenu pour la présente étude.

II.2.1.1.1- Position systématique

HENRY (1949), H DES ABBAYES *etal.*, (1963), MAIRE (1965), OZENDA (1991), CHWEYA et MENZAVA (1997) et JUDD *et al.*, (2002) classent *Cleome arabica* comme suit :

Embranchement	Spermaphytes
Sous- Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dillenidae
Ordre	Capparales
Sous- ordre	Capparidineae
Famille	Capparidaceae
Sous-famille	Capparidoideae
Tribu	Cleomoideae
Genre	Cleome
Espèce	<i>Cleome arabica</i> L.

II.2.1.1.2- Description botanique

C. arabica est une herbe verte, brièvement poilue -glanduleuse, visqueuse et pluricaule. C'est une plante à odeur fétide. Les tiges dressées de 20 à 90 cm de longueur; sont densément feuillées, simples ou un peu rameuses inférieurement. Les feuilles sont pétiolées, les basales primordiales et les florales supérieures unifoliées, les autres trifoliolées, décroissant régulièrement vers le sommet de la tige. Les folioles sont oblongues ou linéaires-oblongues, brièvement pétiolées. Les fleurs sont auxiliaires, plus nombreuse à l'extrémité des branches, à des pétales jaunes teints de pourpre à leur sommet. Le fruit est une gousse velue de 2 à 5 cm de long. Les graines sont subglobuleuses-réniformes, un peu comprimées, noires, de 1,8 à 2 mm de diamètre. Elles sont couvertes de poils blanchâtres, presque aussi longs que le diamètre de la graine. La floraison a lieu entre mars-mai, et après les pluies étésiennes (MAIRE, 1965; OZENDA, 1991) (photo 3).

II.2.1.1.3- Répartition géographique

C. arabica, fréquent dans les savanes désertiques et les tamariseraies de l'étage tropical, monte dans l'étage méditerranéen inférieur sur les pentes pierreuses et dans les ravins sablonneux jusque vers 2300 m d'altitude (MAIRE, 1933). Selon OZENDA, (1991) dans la région saharienne, *C. arabica* se trouve sur des rocaillies, du sable, des graviers. En Tripolitain est très commun dans la partie saharienne, atteint jusqu'au littoral en Tunisie, il est commun dans le Sud, atteint Ain Cherchira; les îles Kerkennah vers le Nord et les îles de Djerba. En Algérie; la plante est commune dans la cuvette du Hodna et assez commune dans l'atlas Saharien. Au Maroc; elle est commune dans l'atlas saharien et au Sahara septentrional.



Photo 3 - *Cleome arabica* L. au stade fructification à (Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara septentrional Avril 2012) (Originale)

II.2.1.1.4- Importance socioéconomique

Selon MAIRE, (1933), les chameaux refusent cette plante et les chèvres et moutons n'en mangent que très peu. *C. arabica* est une plante spontanée médicinale, les indigènes l'utilisent comme diurétique et contre les rhumatismes (MAIRE, 1933 et OZENDA, 1991). En médecine traditionnelle, *C. embylocarpa* est utilisée comme sédatif, ou associé à *Juniperus phoenicia* pour soulager les douleurs, avec *Hammada scoparium* pour les maux de tête et avec *Artimisia herba alba* comme traitement gastrique, colique et contre la grippe et le vomissement (UICNR, 2005).

II.2.1.2.- Matériel animal

La présente étude porte sur les juvéniles du 5^{ème} stade et sur les imagos du Criquet pèlerin, issus d'un élevage de masse réalisé au Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides du Département des Sciences Agronomiques de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla. Les criquets sont placés selon les stades d'étude dans une cage parallélépipédique dont la charpente est en bois de dimension 1,2 m x 0,80 m x 0,70 m. 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±4°C et avec une humidité relative de 60±5%. Des lampes de 160W assurent un éclairage continu. L'alimentation est constituée essentiellement de feuilles de 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 pondoirs, ainsi que la vérification des pondoirs pour la recherche des oothèques s'effectuent quotidiennement.

II.2.2.- Matériel utilisé au laboratoire

- Une balance de précision pour effectuer les pesés nécessaire à l'étude dont celles des individus, des fèces et de l'alimentation
- Montage de distillation pour l'extraction des principes actifs;
- Un rotor vapor pour la concentration des extraits et (évaporation des solvants organique utilisés pour l'extraction);
- Béchers de 500 ml utilisé pour l'extraction par macération;
- Erlenmeyer de 500 ml utilisé pour l'extraction;
- Papiers filtres pour la filtration des échantillons;
- Ballons de 2000 ml utilisé pour l'extraction;
- Chauffe ballon.

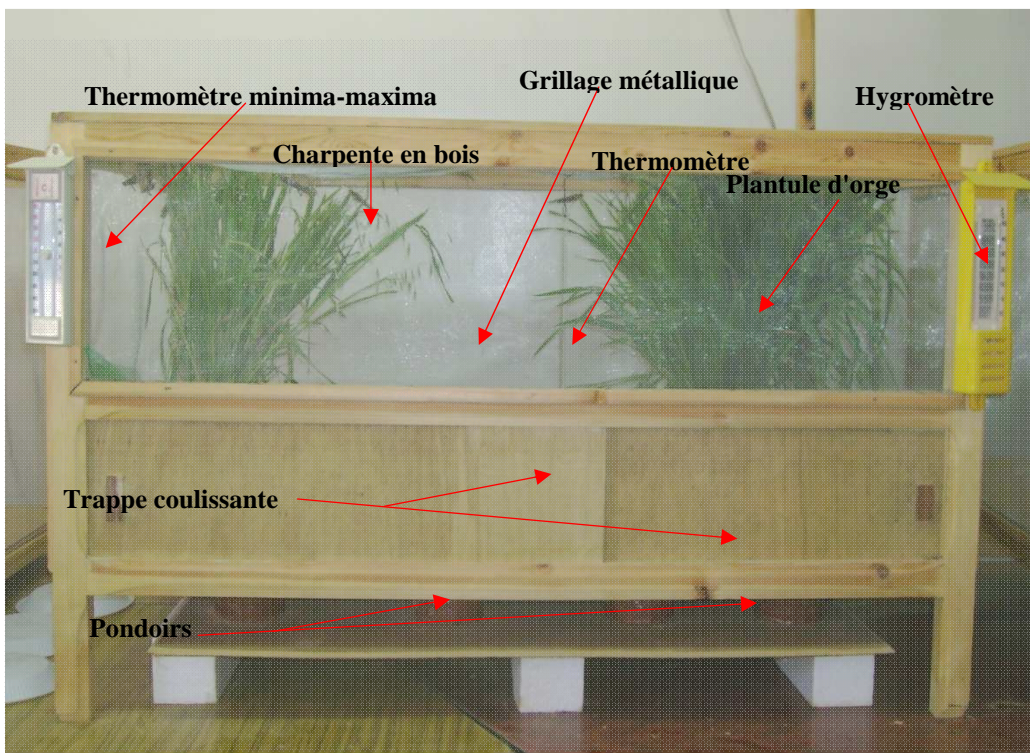


Photo 4.- Cage utilisée pour l'élevage du Criquet pèlerin (Originale)

II.3.- Méthodes d'étude

II.3.1.- Préparation des extraits végétaux

Deux méthodes d'extraction ont été requises pour l'extraction des principes actifs à partir de feuilles de *Cleome arabica*; la macération à l'acétone (extrait brut) et l'extrait aqueux.

II.3.1.1.- Extraction par Macération dans l'acétone

L'extraction par macération est une extraction à froid. C'est un simple contact entre la matière végétale et le solvant utilisé pour l'extraction, la séparation se fait par filtration. Elle est utilisée couramment dans l'extraction des terpènes, des alcaloïdes, des flavonoïdes, des acides gras, des amines, etc. (AMER et RASMY, 1993; MOMEN et AMER, 1994 cités par OULD EL HADJ, 2004). Cette technique est la même utilisée par plusieurs auteurs dont OULD EL HADJ *et al.*, 2006; KEMASSI, 2008; KEMASSI *et al.*, 2010). Elle consiste à émerger 100g de feuilles sèches de plantes récoltées dans l'acétone pendant 24 heures. Ensuite la filtration est effectuée sous vide à l'aide d'une fiole à vide et d'un entonnoir. Le résidu sec est jeté alors que le filtrat recueilli est soumis à une évaporation sous vide dans un rotor vapor pour éliminer l'acétone. Le produit ainsi obtenu est un extrait auquel est ajouté 20 ml d'acétone. Ce mélange est donc le produit de traitement.

II.3.1.2.- Extraction par reflux (extrait aqueux)

Les extraits aqueux sont obtenus par solubilisation des fractions actives dans de l'eau distillée et de méthanol. La partie aérienne de plante testée est rincée à l'eau, est laissée séchée pendant 6 jours à l'air libre et à la température ambiante. Une fois séchées, elles seront broyées et conservées dans des bocaux hermétiques portant une étiquette où le nom de l'espèce, la date et lieu de récolte sont mentionnés. 100 grammes de la poudre végétale est misent dans un ballon de 2000 ml de capacité avec suffisamment de la solution aqueuse de méthanol (2:1) (2/3 de méthanol et 1/3 d'eau distillée). Le ballon est surmonté par un réfrigérant permettant la condensation des fractions volatiles organiques lors d'extraction.

Le mélange est porté à ébullition à 50°C pendant 6 heures (photo 5). L'homogénat est refroidi et filtré à l'aide d'un papier filtre. Pour éliminer le méthanol, le filtrat soumis une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor vapor pendant 2 à 3 heures. Le produit obtenu, c'est un extrait aqueux qui servira par la suite aux tests biologiques.

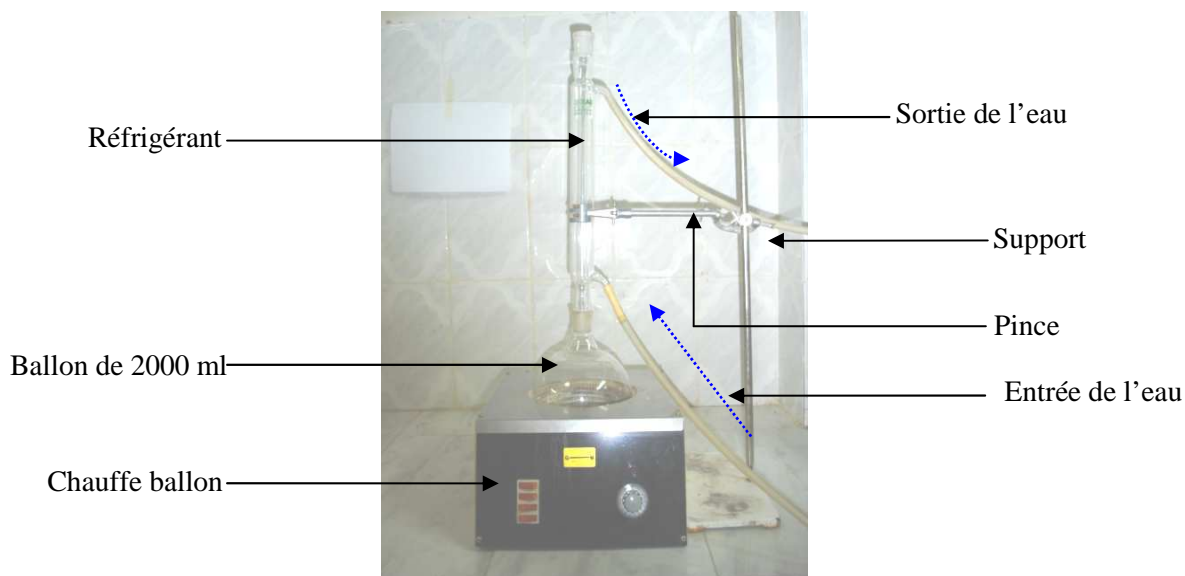


Photo 5.- Montage pour l'extraction d'extract aqueux (originale)

II.3.2.- Étude de la toxicité

Les tests de toxicité ont pour objet d'évaluer le degré de sensibilité (ou de résistance) d'une substance toxique chez les diverses espèces animales ou végétales. En pratique, ils cherchent à déterminer les différentes formes de toxicité (par ingestion; par inhalation ou par contact) et à faire une évaluation quantitative des principaux effets létaux ou sublétaux (RAMADE, 2007). La présente étude porte sur les extraits bruts obtenus par macération dans de l'acétone, extrait aqueux et extrait acetonique bruts de espèce végétale spontanées récoltées dans le Oued Metlil Sahara septentrional algérien. Le mode de traitement est par ingestion.

Pour un suivi à long terme, et 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 recouvertes de tissu gaz.

Le test consiste à alimenter les insectes L₅ et les individus adultes mis à jeûner pendant 24 heures afin de leur permettre de vider leur tube digestif et de les affamer par des fragments de surfaces déterminées provenant de la plante nourricière. Pour l'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.*, 2007). Pour les

extraits des deux plantes à l'acétone, les fragments de chou sont imbibés pendant quelques secondes dans la solution d'extrait végétal laissé durant 15 à 20 mn à l'air libre pour faire évaporer l'acétone 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 avec des fragments d'une surface déterminée de la plante témoin imbibée dans l'acétone ou dans de l'eau distillée (extrait aqueux) et laissés durant 15 à 20 mn à l'air libre pour faire évaporer l'acétone ou l'eau. A chaque fois l'évolution pondérale des individus et le nombre de morts sont notés. L'expérimentation est suivie jusqu'à la mortalité totale de tous les individus des lots traités.

Pour chaque extrait soit l'extrait acétonique et l'extrait aqueux, 4 lots d'insectes à raison de 24 individus (12 mâles et 12 femelles) par lot sont constitués, 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, ce qui fait un total de 192 individus.

L'expérimentation est suivie durant 15 jours pour les larves et 30 jours pour les adultes. Dans le but de suivre l'effet des ses extraits végétaux sur le développement ovarien chez les femelles, les individus survivants sont marqués et mis dans une cage parallélépipédique et nourris de 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 et la fécondité chez les femelles et la maturité sexuelle des mâles immatures (DURANTON et LECOQ, 1990).

II.3.3.- Méthode d'exploitation des résultats

II.3.3.1.-Calcul du temps léthal 50 (TL₅₀)

Le temps léthal 50 (TL₅₀), correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus d'une population morte 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 de traitement. Il est utilisé, la formule de SCHNEIDER et la table des probits.

Formule de SCHNEIDER :

$$MC = [M_2 - M_1 / 100 - M_1] \times 100$$

- MC : % de mortalité corrigée;
- M_2 : % de mortalité dans la population traitée;
- M_1 : % de mortalité dans la population témoin.

II.3.3.2.- Calcul du coefficient d'utilisation digestive apparent (CUD_a)

Le CUD_a est la quantité de nutriment ingérée, diffère de celle qui, une fois digérée va être absorbée au niveau de l'intestin. Le CUD_a 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):

$$CUD_a(\%) = \frac{\text{Quantité ingérée} - \text{Poids des fèces}}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

II.3.3.3.- Calcul de l'indice de consommation

L'indice de consommation est évalué en calculant le rapport entre la quantité d'aliments consommée par un animal pendant une période déterminée et son gain de poids vif pendant le même temps. Il est bas, plus l'animal est considéré comme productif. C'est une valeur souvent calculée dans le domaine de la production animale (BOCCARD, 1963). Afin d'évaluer l'effet des extraits végétaux sur le rendement de la transformation du végétal ingéré par les larves du cinquième stade et par les individus adultes de *S. gregaria* en gain de poids vif et dans le but de suivre l'évolution de la croissance pondérale en fonction de la consommation journalière des feuilles de chou chez les individus témoins et traités à l'aide des extraits foliaires des plantes acridifuges, l'indice de consommation (IC) est calculé. Il est calculé en appliquant la formule suivante :

$$IC = \frac{\text{Quantité ingérée}}{\text{Gain du poids vif}}$$

L'indice de consommation est calculé en gramme du végétal ingéré par gramme de gain du poids constaté chez les larves L₅ et les individus adultes du Criquet pèlerin.

II.3.3.4.- Analyses statistiques (analyse de la variance "ANOVA")

Les traitements des données obtenues fait appel à des approches statistiques. Les résultats obtenus pour chaque paramètre seront interprétés statistiquement à l'aide du

logiciel «MINITAB version 13.31.FR- copyright 2000».

D'après DAGNILLIE (1975) l'analyse de la variance consiste à étudier la comparaison des moyennes à partir de la variabilité des échantillons. L'analyse de la variance ANOVA a été utilisée pour l'analyse des résultats après le test de normalité. Il permet suivant le niveau de la signification de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre les facteurs. La probabilité inférieure à 0,01 donne un effet hautement significatif, à 0,05 un effet significatif et pour une probabilité supérieure à 0,05 on considère que l'effet n'est pas significatif.

Chapitre III: RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre III- Résultats et discussions

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

Les quantités moyennes exprimées en gramme quotidiennement ingérées par les larves du cinquième stade et par les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) sont consignées dans le tableau 2. Il apparaît au vu des résultats une différence dans la consommation entre les lots nourris par des feuilles de *B. oleracea* traitées par les extraits foliaires de *Cleome arabica* L.(Capparidaceae) et le témoin d'une part, et en fonction des extraits végétaux d'autre part. Il est noté qu'au niveau des différents lots traitement, la moyenne de consommation journalière est plus faible comparativement aux lots témoins. Chez les larves L₅ nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait acétonique de *Cleome arabica*, la moyenne de consommation journalière est de 0,426±0,184g par jours, alors qu'elle est de l'ordre de 0,052±0,05g par jours chez les adultes, bien que chez les individus du lots témoins (acétone), la moyenne de consommation journalière est de 1,50±0,54g par jours et 1,06±0,45g par jours chez larves L₅ et adultes de *S. gregaria* respectivement. De même, chez les larves L₅ et les adultes nourris par es feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux de *C. arabica*, les individus traités consomment moins ; la moyenne de consommation journalière étant plus faible comparativement à celles rapportées chez les individus nourris par des feuilles de choux témoins, elle est de 0,164±0,336g par jours chez les larves L₅ et de 0,126±0,095g par jours chez les adultes. Bien que, la moyenne de consommation enregistrée chez les individus du lot témoin (eau) est plus importante, elle est de 1,44±0,58g par jours chez les larves L₅ et de 0,92±0,79g par jours chez les adultes. Dans ce même contexte LABBOUZ (2010), a noté que le poids moyen des feuilles de choux traitées par les extraits foliaires brut de *C. arabica*, consommées par les larves L₅ est 1,460±0,784g de feuilles fraîches de choux. Chez les individus adultes ce poids est de 2,153±1,040g. D'un autre coté, OULD EL HADJ *et al.* (2006), rapportent dans leur étude sur la toxicité de l'extrait acétonique de neem *Azadirachta indica* (Miliaceae) sur les larves L₅ et adultes de *S. gregaria*, notent une prise de nourriture nulle, cela est dû à l'effet anti-péristaltique du neem au niveau du canal alimentaire des criquets qui a pour conséquence l'inhibition de la consommation des surfaces foliaires traitées par l'extrait de neem. Cependant, il est noté que les feuilles de choux imbibées de l'extrait

acétonique de *Pergularia tomentosa* sont plus consommées que celles traitées par l'extrait aqueux de *Pergularia tomentosa* (MESBAHI, 2011). Il est constaté que les larves de cinquième stade de *S. gregaria* consomment beaucoup plus que les adultes. Par ailleurs, il est enregistré que la prise de nourriture chez les individus des lots traités, est beaucoup plus faible par rapport à celle enregistrée chez les individus des lots témoins. Ce refus de consommer les feuilles de chou imbibé dans les extraits végétaux de la plante testée, indique la présence des substances chimiques inhibant par conséquent la prise de nourriture chez le Criquet pèlerin. FELLOWS *et al.* (1986), rapportent la présence des alcaloïdes polyhydroxylés chez les *Euphorbiaceae*, ses composés inhibent le métabolisme du sucre, et se sont des excellents anti-appétants pour divers insectes dont les Orthoptères. ABBASSI *et al.* (2003), notent que la contraire constatée chez les criquets nourris par des feuilles d'une plante nourricière aspergée par les extraits de *Peganum harmala* L. est due à la présence des alcaloïdes exerçant un fort pouvoir anti-appétant sur le Criquet pèlerin.

L'analyse de la variance est un critère de classification effectués pour l'évaluation de l'effet des extraits végétaux sur la prise de nourriture chez les individus de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou traitées par les extraits foliaires de *Cleome arabica*. L'analyse réalisée montre une différence très hautement significative entre la consommation enregistrée chez les larves L₅ et les adultes du Criquet pèlerin du lots témoins (individus nourris par des feuilles de chou aspergées par l'eau distillée) et ceux nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait aqueux de *C. arabica*, les valeurs de facteur F notées sont au seuil de $\alpha < 0,01\%$ soit (F=20, 17; p=0,000) pour les larves L₅ et F=278,51 ; p=0,000 pour les adultes. De même pour les valeurs rapportées entre les individus témoins (acétone) et les individus nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de *C. arabica*, une différence très hautement significative est notée entre les adultes du lot traitement et ceux du lot témoin (F=291,51 ; p=0,000), alors une différence hautement significative est rapportée entre les larves L₅ du lot traitement et celles du lot témoin (acétone) (F=13,94 ; p=0,002). Chez les acridiens en particulier chez le Criquet pèlerin, la faim et/ou la soif peuvent induire un comportement alimentaire inhabituel, il est constaté que certains individus affamés et assoiffés mordent les feuilles de chou traitées, mais s'arrêtent aussitôt. La soif et la faim poussent souvent les criquets à consommer certaines plantes peu propices au développement.

Tableau 2: Consommation journalière (g) enregistrée chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de *Cleome arabica*

Temps (jours)	Lots expérimentaux							
	Témoins(acétone)		Extrait acétonique		Témoins (eau distillée)		Extrait aqueux	
	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne
1	2,436±0,443	0,916±0,438	0,569±0,103	0,02±0,02	1,669±0,505	1,03±0,80	0,151±0,143	0,14±0,07
2	2,490±0,345	1,033±0,320	1,224±0,380	0,05±0,06	2,553±0,505	0,83±1,08	0,253±0,504	0,17±0,12
3	2,471±0,440	1,206±0,363	1,003±0,641	0,05±0,04	2,346±0,398	0,50±0,61	0,347±0,719	0,20±0,09
4	2,359±0,312	1,237±0,789	0,689±0,292	0,02±0,02	1,924±0,774	0,72±0,87	0,155±0,289	0,15±0,10
5	1,906±0,928	1,457±0,533	0,064±0,012	0,04±0,02	1,666±0,802	0,98±0,83	0,03±0,023	0,17±0,11
6	0,996±0,926	1,214±0,784	0,142±0,061	0,03±0,02	0,928±0,909	1,13±0,41	0,239	0,08±0,10
7	0,193±0,562	1,264±0,566	0,130±0,069	0,03±0,02	0,084±0,176	0,81±0,63	0,189	0,06±0,07
8	0,658±0,931	1,751±0,916	0,093±0,059	0,03±0,02	0,369±0,591	1,25±1,04	0,247	0,7±0,8
9	0,00±00	1,231±0,602	0,017±0,020	0,06±0,06	Imago	1,04±0,88	0,025	0,9±0,9
10	Imago	1,265±0,492	0,032	0,07±0,06	Imago	0,85±0,90	0,00	0,6±0,6
11	Imago	1,305±0,504	Imago	0,07±0,011	Imago	1,39±0,91	/	0,24±0,10
12	Imago	1,486±0,551	Imago	0,07±0,05	Imago	1,30±0,95	/	0,10±0,09
13	Imago	1,340±0,412	Imago	0,11±0,11	Imago	1,10±1,24	/	0,22±0,16
14	Imago	1,124±0,336	Imago	0,03±0,01	Imago	0,90±0,96	/	0,07±0,2
15	Imago	0,872±0,433	Imago	0,04±0,04	Imago	1,01±0,76	/	0,09±0,07

Suite tableau 2: Consommation journalière (g) enregistrée chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de chou témoins et traitées par les extraits foliaires de *Cleome arabica* L

Temps (jours)	Lots expérimentaux							
	Témoins (acétone)		Extrait acétonique		Témoins (eau distillée)		Extrait aqueux	
	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne	L ₅ Moyenne	Adulte Moyenne
16	/	1,035±0,291	/	0,02±0,02	/	0,95±0,85	/	0,12±0,08
17	/	0,959±0,552	/	0,10±0,14	/	1,04±0,64	/	0,11±0,10
18	/	0,991±0,352	/	0,09±0,16	/	0,73±0,63	/	0,12±0,12
19	/	0,959±0,357	/	0,03±0,02	/	1,09±0,90	/	0,10±0,07
20	/	0,920±0,860	/	0,02±0,02	/	1,01±0,84	/	0,10±0,10
21	/	0,754±0,315	/	0,08±0,04	/	1,03±0,80	/	0,21±0,17
22	/	1,026±0,142	/	0,03±0,03	/	1,11±1,09	/	0,11±0,8
23	/	0,390±0,239	/	0,07±0,06	/	1,08±0,90	/	0,13±0,11
24	/	1,279±0,250	/	0,06±0,08	/	0,87±0,81	/	0,13±0,15
25	/	0,740±0,302	/	0,05±0,05	/	1,05±0,89	/	0,10±0,13
26	/	0,205±0,156	/	0,03±0,02	/	1,04±0,93	/	0,07±0,08
27	/	1,164±0,397	/	0,04±0,02	/	0,53±0,37	/	0,07±0,08
28	/	0,521±0,285	/	0,10±0,07	/	0,49±0,35	/	0,22±0,03
29	/	1,155±0,370	/	0,09±0,06	/	0,34±0,20	/	0,14±0,09
30	/	1,002±0,464	/	0,03±0,01	/	0,41±0,53	/	0,14±0,12

Tableau 3 - Analyse de la variance de l'effet des extraits végétaux sur la prise de nourriture chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* (DL: Degré de liberté; SC:Somme des carrés; CM: Carré moyen; F_{obs.}: F observé ou calculé; P:probabilité; **: effet hautement significatif ; *** : effet très hautement significatif).

Lot		Stade	Source	DL	SCE	CM	F _{obs}	P	Signification
Extrait acétonique	Larves L ₅	Facteur	1	7,082	7,082	13,94	0,002	**	
		Erreur	16	8,128	0,508				
		Total	17	15,210					
	Adulte	Facteur	1	15,1293	15,1293	291,51	0,000	***	
		Erreur	58	3,0102	0,0519				
		Total	59	18,1395					
Extrait aqueux	Larves L ₅	Facteur	1	7,268	7,268	20,17	0,000	***	
		Erreur	16	5,764	0,360				
		Total	17	13,032					
	Adulte	Facteur	1	9,6196	9,6196	278,51	0,000	***	
		Erreur	59	2,0378	0,0345				
		Total	60	11,6575					

III.2.- Action sur la mortalité

Le tableau 4 regroupe l'évolution temporelle du pourcentage de mortalité cumulée enregistrée au niveau des différents lots témoins et traités par les extraits foliaires de *Cleome arabica*. Les résultats laissent apparaître une efficacité insecticide aussi bien chez les larves du cinquième stade que chez les adultes. Un taux de mortalité de 100% est atteint chez les L₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux de *Cleome arabica*, alors que chez les adultes, aucune mortalité n'été enregistrée. Pour les individus de *Schistocerca gregaria* nourris par des feuilles de *Brassica olearacea* traitées par l'extrait acétonique de *Cleome arabica*, le pourcentage de mortalité rapportée chez adultes est de 20%, par contre chez les larves L₅ aucune mortalité n'est enregistrée. Par ailleurs, aucune mortalité n'est notée chez les individus des lots témoins. En outre, il est rapportée que chez les larves L₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique foliaires de *C. arabica* et chez les adultes nourris des feuilles de *B. olearacea* traitées par l'extrait aqueux de cette même plante, une toxicité retardée, du fait que des cas de mortalité sont observées quelques jours après la mue imaginale pour les larves L₅ et après la durée du traitement (30 jours) pour les adultes. Dans ce même contexte LABBOUZ

(2010) a enregistré un taux de mortalité de l'ordre de 10% chez les larves L₅ nourries aux feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique foliaire brut de *C. arabica*, alors que chez les adultes, aucune mortalité n'est enregistrée.

Certes, les conditions de laboratoire, la mortalité est différente de celle qui peut survenir dans des conditions naturelles où les larves des différents âges et les adultes sont soumis à des amplitudes thermiques importants, à l'action du vent, de la pluie et autres facteurs climatiques. Les manipulations journalières que subissent les larves et même les imagos, occasionnent des blessures aux différents individus, notamment des larves et provoquent une mortalité artificielle qui reste difficile à évaluer en condition de laboratoire. Il a été remarqué, chez les individus traités par les extraits foliaires de *Cleome arabica* quelques heures après leurs morts, un noircissement de la face ventrale au niveau de l'intestin moyen ou mésotéron 6(a, b). En outre, le phénomène de la mue est rompu chez les larves L₅ nourris par des feuilles de choux traitées par les extraits foliaires de *C. arabica*, aboutissant ainsi à des malformations observées chez les ailés mués (photo 7 et 8). LABBOUZ (2010) a également remarqué des difficultés au moment de la mue imaginale ainsi que quelques malformations sur les larves L₅ nourries par des feuilles de *B. olearacea* traitées par l'extrait brut de *C. arabica*. OULD EL HADJ *et al.* (2006), dans les mêmes conditions expérimentales, avec l'extrait acétonique d'*Azadirachta indica* Juss. (Miliaceae) 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 un 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).



Photo 6(a,b) - Noircissement de la face ventrale observée chez les larves L₅ d'un adulte de *S. gregaria* traités par l'extrait acétonique de *Cleome arabica* (a-adulte ; b-larve L₅)

Tableau 4- Cinétique de la mortalité journalière cumulée chez les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* mis en présence de feuille de chou témoin et traitées par les extraits de *Cleome arabica*

Temps (jours)	<i>B. oleracea</i> traitées par							
	extrait acétonique				extrait aqueux			
	Témoins		Traitement		Témoins		Traitement	
	L ₅	Adulte	L ₅	Adulte	L ₅	Adulte	L ₅	Adulte
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	20	0
5	0	0	0	0	0	0	60	0
6	0	0	0	0	0	0	80	0
7	0	0	0	0	0	0	80	0
8	0	0	0	0	0	0	80	0
9	0	0	0	0	0	0	80	0
10	0	0	0	0	0	0	80	0
11	0	0	0	0	0	0	100	0
12	0	0	0	0	0	0	100	0
13	0	0	0	0	0	0	100	0
14	0	0	0	0	0	0	100	0
15	0	0	0	0	0	0	100	0
16	-	0	-	0	-	0	-	0
17	-	0	-	0	-	0	-	0
18	-	0	-	0	-	0	-	0
19	-	0	-	0	-	0	-	0
20	-	0	-	0	-	0	-	0
21	-	0	-	0	-	0	-	0
22	-	0	-	0	-	0	-	0
23	-	0	-	0	-	0	-	0
24	-	0	-	20	-	0	-	0
25	-	0	-	20	-	0	-	0
26	-	0	-	20	-	0	-	0
27	-	0	-	20	-	0	-	0
28	-	0	-	20	-	0	-	0
29	-	0	-	20	-	0	-	0
30	-	0	-	20	-	0	-	0



Photo 7– Interruption de la mue chez une L₅ de *S. gregaria* traités par l'extrait aqueux de *Cleome arabica*

Photo 8– Malformations chez un ailé de *S. gregaria* traités par l'extrait acétonique de *Cleome arabica*

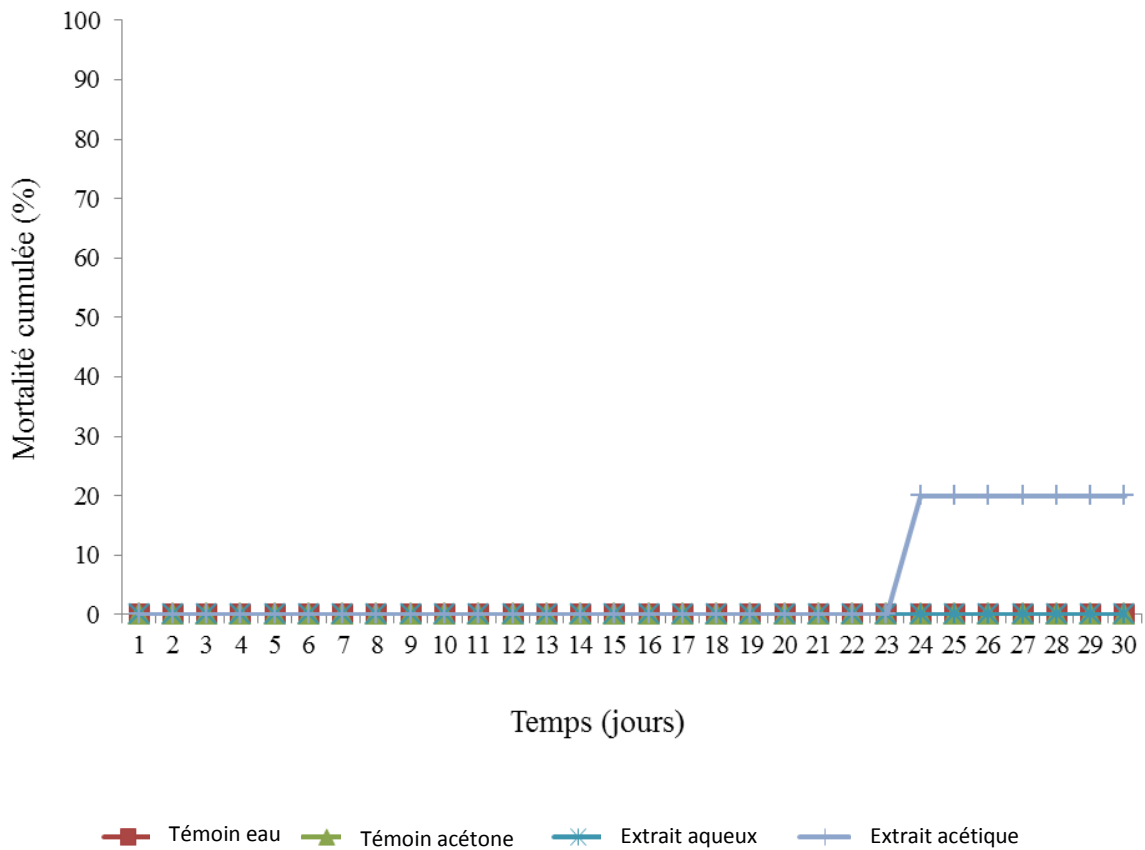


Figure 3- Actions de différents extraits végétaux sur la mortalité cumulée des adultes de *S. gregaria*

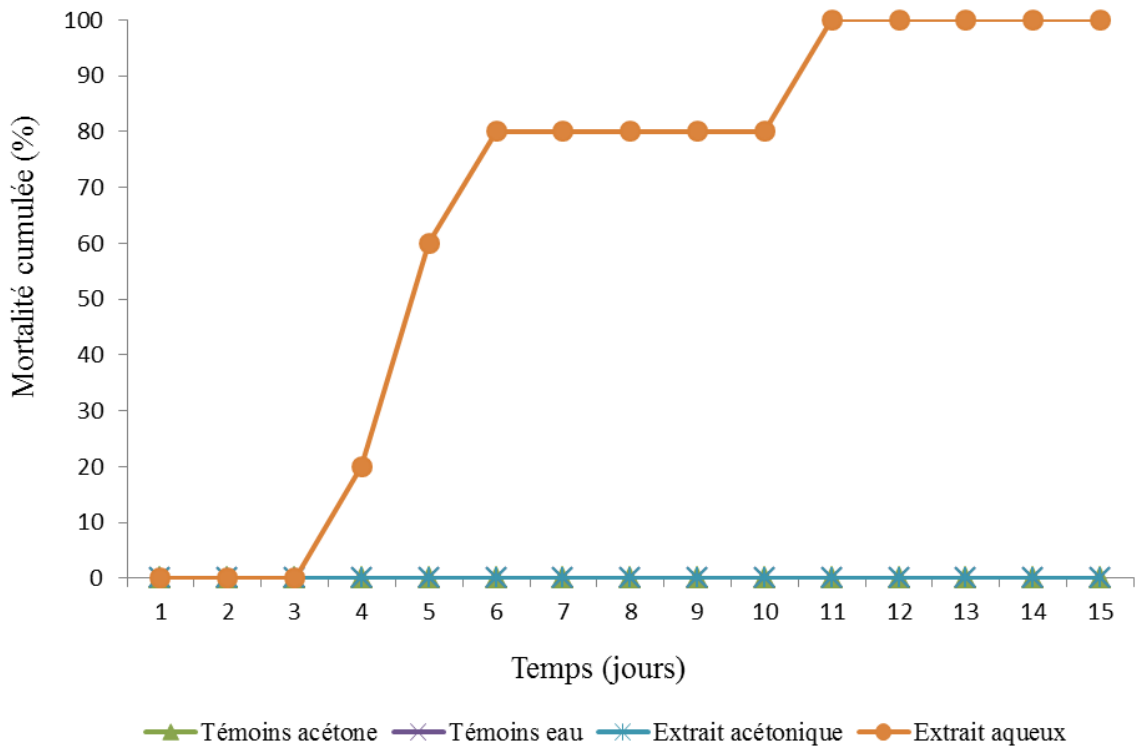


Figure 4- Actions de différents extraits végétaux sur la mortalité cumulée des larves L₅ de *S. gregaria*

III.3.- Temps léthal 50 (TL₅₀) des différents extraits des plantes étudiées

Les temps létaux 50 (TL₅₀) ont été estimés en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps du traitement. Les méthodes d'analyse de survie permettent d'associer la fréquence et le délai de survie de l'événement étudié qui est la mort des insectes. Le temps qui s'écoule entre le début du traitement et la date de la dernière observation est étudiée. Les mortalités et les probits correspondants sont illustrés dans le tableau 5.

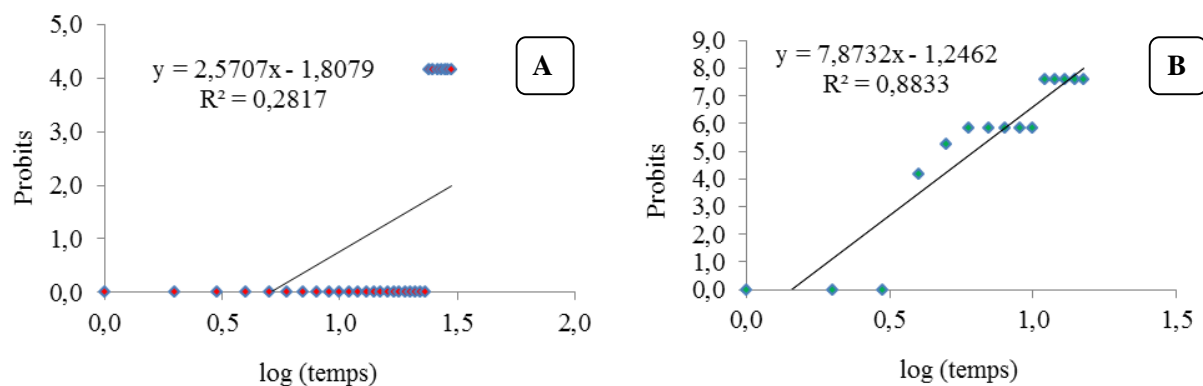
Au vu des valeurs de TL₅₀ évalués pour chaque extrait végétal testé et la droite de régression des probits en fonction du logarithme des durés de traitement (Fig. 5_{A, B}), il apparaît que l'extrait aqueux de *C. arabica* semble plus toxique comparativement à l'extrait acétonique de cette plante du Sahara. Les valeurs de TL₅₀ diffèrent selon l'extrait et le stade de développement de l'insecte qu'il s'agit de larves L₅ ou d'adultes. Le TL₅₀ calculé est de 444,546 Jours pour les adultes nourris par des feuilles de choux aspergées par l'extrait acétonique de *Cleome arabica*, alors

qu'aucune mortalité n'a été enregistrée pour les larves L₅. Quant à l'extrait aqueux de cette plante, un TL₅₀ de 6,213 jours a été noté chez les larves L₅, par contre, chez les adultes, aucune mortalité n'a été observée. Cette variabilité dans les valeurs de TL₅₀ constatée, entre les deux extraits testés émane de la variabilité dans la composition chimique entre les deux extraits. L'extrait aqueux présente un effet dissuasif plus important comparativement à l'extrait acétonique. LABBOUZ (2010) enregistre un TL₅₀ de l'ordre de 50,12 jours pour les L₅ nourries par des feuilles de *B. oleracea* traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica*. OULD ELHADJ *et al.* (2006) notent chez les larves L₅ des TL₅₀ plus courts: pour les extraits acétoniques de neem *Azadirachta indica* (Miliaceae), il est de 7,5 jours, pour méliá *Melia azedarach* (Miliaceae) est de 8,2 jours, et 10,4 jours pour *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae). Alors que chez les adultes de *S. gregaria*, il est de l'ordre de 8,1 jours, 8,3 jours et 9,6 jours pour les extraits foliaires de neem, 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*).

Tableau 5- Mortalités corrigée et Probits correspondants en fonction du temps de traitement par les extraits de *Cleome arabica* (M.C. : Mortalité corrigée)

Temps (jours)	Log temps	Extraits Acétonique				Extraits Aqueux			
		MC(%)		Probits		MC(%)		Probits	
		L ₅	Adultes	L ₅	Adultes	L ₅	Adultes	L ₅	Adultes
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,301	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,477	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,602	0	0	0	0	20	0	4,158	0
5	0,699	0	0	0	0	60	0	5,253	0
6	0,778	0	0	0	0	80	0	5,842	0
7	0,845	0	0	0	0	80	0	5,842	0
8	0,903	0	0	0	0	80	0	5,842	0
9	0,954	0	0	0	0	80	0	5,842	0
10	1,000	0	0	0	0	80	0	5,842	0
11	1,041	0	0	0	0	100	0	7,614	0
12	1,079	0	0	0	0	100	0	7,614	0
13	1,114	0	0	0	0	100	0	7,614	0
14	1,146	0	0	0	0	100	0	7,614	0
15	1,176	0	0	0	0	100	0	7,614	0
16	1,204	/	0	/	0	/	0	/	0
17	1,230	/	0	/	0	/	0	/	0
18	1,255	/	0	/	0	/	0	/	0
19	1,279	/	0	/	0	/	0	/	0
20	1,301	/	0	/	0	/	0	/	0
21	1,322	/	0	/	0	/	0	/	0
22	1,342	/	0	/	0	/	0	/	0
23	1,362	/	0	/	0	/	0	/	0
24	1,380	/	20	/	4,158	/	0	/	0
25	1,398	/	20	/	4,158	/	0	/	0
26	1,415	/	20	/	4,158	/	0	/	0

27	1,431	/	20	/	4,158	/	0	/	0
28	1,447	/	20	/	4,158	/	0	/	0
29	1,462	/	20	/	4,158	/	0	/	0
30	1,477	/	20	/	4,158	/	0	/	0



A- Action de l'extrait acétonique de *Cleome arabica* dans le temps sur les adultes de *S. gregaria*

B- Action de l'extrait aqueux de *C. arabica* dans le temps sur les larves L₅ de *S. gregaria*

Figure 5_(A, B) – Relation entre *Schistocerca gregaria* et les extraits de *Cleome arabica* en fonction du temps

Tableau 6 - Équations des droites de régression, coefficients de régressions et les valeurs de TL₅₀ évaluées pour les extraits de *Cleome arabica*

Extraits	Stades	Équation de régression	Coefficient de régression (R ²)	Temps léthal 50 (TL ₅₀) (en jour)
Extraits acétonique	Larve L ₅	/	/	/
	Adulte	$y = 2,5707x - 1,8079$	R ² = 0,2817	444,546
Extraits aqueux	Larve L ₅	$y = 7,8732x - 1,2462$	R ² = 0,8833	6,213
	Adulte	/	/	/

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

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

Tableau 7- Valeurs moyennes du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDA) des différents extraits végétaux chez les adultes et les larves L₅ *S. gregaria*

Paramètres	Coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDA %)	
	Larve L ₅	Adultes
Témoins acétone	87,27	91,95
Témoins eau	87,16	83,26
Extrait acétonique	58,73	28,85
Extrait aqueux	72,12	73,90

Les valeurs du CUDA estimées pour les larves L₅ et adultes du Criquet pèlerin nourris par des feuilles de choux traitées par les extraits végétaux de *C. arabica* sont relativement proches de celles observées chez les individus (larves L₅ et adultes) des lots témoins (tableau7). Les extraits végétaux testés ne présentent guère d'effet sur la digestion chez le Criquet pèlerin, du fait que les valeurs de CUDA sont proches de celles rapportées chez les individus témoins, ils sont de 58,73% et 72,12% chez les larves L₅ nourries par des feuilles du choux imprégnées dans l'extrait acétonique et aqueux de *Cleome arabica* respectivement, alors que celles notées pour les individus des lots témoins, sont de l'ordre de 87,27% et de 87,16% pour les larves L₅ nourris par des feuilles de choux traitées par l'acétone et par l'eau respectivement. De même pour les adultes, les valeurs de CUDA calculées sont proches de celles enregistrées chez les individus des lots témoins, les valeurs rapportées sont de 28,85% et 73,90% pour les adultes nourris par des feuilles de choux traitées par l'acétone et par l'eau respectivement. Pour le témoin les valeurs sont comprises entre 83,26%et 91,95%. En outre, il est observé chez les individus traités, des pertes en eau se traduisent par des défécations intenses observées durant les derniers jours du

traitement. 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 ils ont enregistré des valeurs de CUDa 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 *Glinus litoides* L. (*Aizoaceae*) et *Citrillus colocynthis* Schrad. (*Cucurbitaceae*) des larves L₄ présentent un coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa) de l'ordre de 40,13% ± 13,14 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'acte catalytique 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).

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

Les résultats relatifs aux variations du poids moyens journalier constaté chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* témoins et traités par les extraits végétaux de *Cleome arabica*, sont rapportés dans le tableau 8. D'après les résultats rapportés dans le tableau 8 et la figure 6, il est constaté une perte de poids chez les larves L₅ et chez les adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique de *Cleome arabica*. Cette chute du poids constaté est probablement la conséquence de refus de consommer les feuilles de chou traité par l'extrait acétonique de *Cleome arabica*. Par contre, une amélioration progressive du poids est constatée chez les individus nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux de *Cleome arabica* (Figure 6), cela est probablement dû au phénomène de tolérance vis-à-vis de cet extrait végétal testé chez les adultes et les larves L₅.

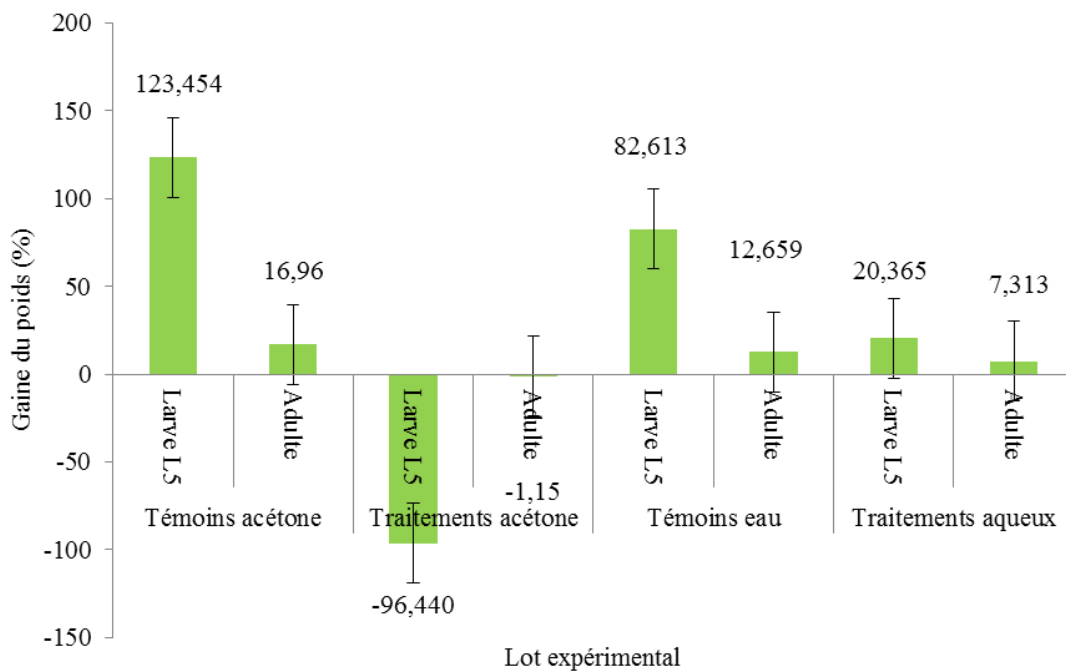


Figure 6 - Comparaison de pourcentage des variations moyennes du poids par rapport au poids initial des larves L₅ et adultes de *S. gregaria* témoins et traits.

Tablea8 : Évolution pondérale (g) des larves L₅ et adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de *Cleome arabica* L

Temps (jours)	Lots expérimentaux							
	Témoins (acétone)		Extrait acétonique		Témoins (eau distillée)		Extrait aqueux	
	L ₅	Adulte	L ₅	Adulte	L ₅	Adulte	L ₅	Adulte
1	0,789±0,104	2,30±0,50	0,598 ±0,207	2,34± 0,74	0,780±0,111	3,09±0,76	0,754±0,331	2,40±0,89
2	1,166±0,130	2,31±0,47	0,730±0,260	2,30± 0,73	1,025±0,181	3,18±0,81	0,776±0,302	2,36±0,95
3	1,295±0,166	2,40±0,50	0,818±0,186	2,39± 0,75	1,267±0,162	3,11±0,81	0,774±0,273	2,35±0,97
4	1,476±0,194	2,38±0,47	0,828±0,129	2,34 ±0,69	1,423±0,174	3,07±0,83	0,700±0,271	2,43±0,93
5	1,719±0,238	2,29±0,48	0,825±0,096	2,37±0,73	1,515±0,150	3,09±0,84	0,600±0,424	2,36±0,87
6	1,948±0,274	2,33±0,44	0,875±0,05	2,41±0,70	1,665±0,183	3,03±0,80	1,110	2,28±0,64
7	1,897±0,291	2,34±0,46	1,130±0,123	2,43±0,72	1,633±0,198	3,07±0,86	1,280	2,38±0,73
8	1,799±0,336	2,40±0,48	1,155±0,107	2,36±0,71	1,522±0,180	2,85±0,81	1,360	2,39±0,84
9	2,138±0,105	2,42±0,50	1,155±0,083	2,45±0,79	1,423±0,125	3,06±0,88	1,360	2,19±0,90
10	1,993±00	2,54±0,56	1,165±0,171	2,47±0,75	Imago	3,04±0,91	1,310	2,45±0,80
11	Imago	2,48±0,52	1,460	2,52±0,84	Imago	2,72±0,72	/	2,43±0,78
12	Imago	2,53±0,54	Imago	2,41±0,75	Imago	2,95±0,75	/	2,34±0,71
13	Imago	2,55±0,55	Imago	2,42±0,73	Imago	2,96±0,81	/	2,27±0,74
14	Imago	2,55±0,57	Imago	2,42±0,75	Imago	2,85±0,76	/	2,39±0,85
15	Imago	2,59±0,59	Imago	2,32±0,67	Imago	2,91±0,79	/	2,43±0,88

Suite tableau 8: Evolution pondérale (g) des larves L₅ et adultes de *S. gregaria* nourris aux feuilles de choux témoins et traitées par les extraits foliaires de *C. arabica*

Temps (jours)	Lots expérimentaux							
	Témoins (acétone)		Extrait acétonique		Témoins (aqueux)		Extrait aqueux	
	L ₅ Moyenne	adultes Moyenne	L ₅ Moyenne	adultes Moyenne	L ₅ Moyenne	adultes Moyenne	L ₅ Moyenne	adultes Moyenne
16	/	2,59±0,55	/	2,37±0,75	/	2,89±0,78	/	2,43±0,81
17	/	2,57±0,54	/	2,44±0,79	/	2,92±0,88	/	2,26±0,59
18	/	2,55±0,52	/	2,29±0,76	/	2,89±0,83	/	2,14±0,49
19	/	2,52±0,50	/	2,25±0,74	/	2,88±0,80	/	1,95±0,36
20	/	2,48±0,51	/	2,22±0,78	/	2,79±0,79	/	1,86±0,24
21	/	2,52±0,55	/	2,33±0,79	/	2,75±0,70	/	2,20±0,40
22	/	2,54±0,49	/	2,38±0,85	/	2,80±0,80	/	2,29±0,59
23	/	2,56±0,51	/	2,33±0,82	/	2,81±0,79	/	2,31±0,60
24	/	2,58±0,53	/	2,55±0,82	/	2,77±0,71	/	2,31±0,64
25	/	2,57±0,52	/	2,46±0,79	/	2,73±0,76	/	2,21±0,50
26	/	2,55±0,52	/	2,34±0,72	/	2,75±0,79	/	2,08±0,31
27	/	2,52±0,51	/	2,25±0,79	/	2,75±0,72	/	2,00±0,23
28	/	2,55±0,65	/	2,53±0,76	/	2,77±0,77	/	2,34±0,41
29	/	2,63±0,56	/	2,51±0,73	/	2,72±0,73	/	2,28±0,54
30	/	2,67±0,57	/	2,54±0,80	/	2,69±0,72	/	2,32±0,57

Au vu de la Figure 6, il est noté chez les individus nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique de *Cleome arabica*, une perte du poids de 96,44% du poids initial chez les larves L₅ et de 1,146% chez les adultes. Alors que chez les individus mis en présence de feuilles de choux traités par l'extrait aqueux de *Cleome arabica*, une amélioration progressive du poids est constatée chez les larves L₅ et les adultes. Bien que chez les individus des lots témoins, le gain du poids enregistré est plus notable, il est de 82,613% pour les larves L₅ et chez les adultes de 12,65%. Pour les individus nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux, le gain du poids noté est de 20,365 pour les larves L₅, alors que chez les adultes, une perte du poids de l'ordre de 7,313%. TAIL (1998), OULD AHMEDOU *et al.* (2001), ABBASSI *et al.* (2004) et OULD EL HADJ *et al.* (2006) rapportent que, suite à l'exposition des larves L₅ et adultes du Criquet pèlerin à une plante nourricière aspergée des extraits foliaires de *Milia azerdarach* (Miliaceae), *Azeradarachta indica* (Miliaceae), *Nerium oleander* (Apocynaceae), *Eucalyptus occidentalis* (Myrtaceae), *Calotropis procerea* (Asclépiadiaceae), et de *Glinus litoides* (Aizoaceae) une baisse progressive du poids est constatée. La sous alimentation ou bien l'inanition totale entraîne chez les insectes de profondes altérations physiologiques et biochimiques (CHAUVIN, 1956). Bien que WILPS *et al.* (1992), et TAIL(1998) rapportent que les composés actifs contenus dans les extraits de *Milia volkensii*L. (Miliaceae) ralentissent la croissance et le développement de *S. gregaria* en affectant la prise de nourriture, la fertilité et la fécondité des individus de *S. gregaria* traités.

La nourriture est un facteur essentiel pour la croissance et le développement des insectes, en fonction de sa quantité et sa qualité, joue un rôle primordial, en modifiant plusieurs paramètres biologiques, physiologiques et comportementaux des phytophages. En effet certains phénomènes notamment l'exuviation et la maturation sexuelle, dépend essentiellement des éléments apportés par une nourriture propice (DAJOZ, 1982). Les extraits acétoniques et aqueux de *Cleome arabica*, 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 ingérés 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 son état physique, physiologique, à la nature d'aliment ingéré, à leur composition chimique et la capacité de conversion et d'assimilation chez l'individu (BRENNIÈRE *et al.*, 1949).

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

Le tableau 9 regroupe les moyennes de l'indice de consommation calculées pour les larves L₅ et les adultes de Criquet pèlerin nourris par des feuilles des choux témoins et traitées par les extraits foliaires bruts de *C. arabica*. Des valeurs de 3,246 et -25,47 sont enregistrées pour les larves L₅ et les adultes nourris par des feuilles du chou traitées par l'extrait acétonique de *C. arabica*. Pour les larves et les adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles des choux traitées par l'extrait aqueux de la même plante, les valeurs de l'indice de consommation sont de 5,79 et -21,39 pour les larves L₅ et les adultes respectivement. Il est à noter que les valeurs négatives de l'indice de consommation rapportées, émanent de l'effet dissuasif de ces extraits sur la croissance pondérale; des pertes exceptionnelles de poids sont observées chez les individus des lots traités. Dans le même contexte, BOUZIANE (2012), donne une valeur nulle chez les adultes du lot traité avec l'extrait acétonique d'*E. guyoniana* et de -48,06 chez les larves L₅. Parallèlement, des valeurs négatives de l'indice de consommation sont notées chez les individus traités avec l'extrait alcaloïdique d'*Euphorbia guyoniana*, de -6,56 et -3,75 chez les larves et les adultes respectivement. De même, il est de -3,09 pour les adultes du criquet pèlerin nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait aqueux d'*E. guyoniana*. Pour les individus des lots traités par les extraits végétaux de *Peganum harmala*, BOUZIANE (2012), rapporte des valeurs de l'indice de consommation oscillent entre 15,52 à 193,3 pour les larves L₅ et -0,74 et 80,3, pour les adultes. KEMASSI *et al.* (2010) rapportent des valeurs de l'indice de consommation plus faibles chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou aspergées par l'extrait foliaire à l'acétone d'*Euphorbia guyoniana* Boiss et Reut. (*Euphorbiaceae*), elles sont de -1,18 chez les larves L₅ et -12,24 chez les adultes. Dans ce même contexte KEMASSI (2008) rapporte des valeurs de IC de l'ordre de 36,26 et -38,80 chez les larves L₅ et adultes du Criquet

pèlerin mis en présence de feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique foliaires de *Cleome arabica* L (*Capparidaceae*). Il apparaît que les extraits ne présentent peu des effets nocifs sur la capacité digestive et de conversion digestive. Bien que, les insectes consomment les feuilles de choux aspergées des différents extraits végétaux, les insectes gagnent guère ou perdent légèrement du poids. Cela révèle l'effet dissuasif limité des extraits végétaux testés sur la digestion et sur le métabolisme nutritionnel chez le Criquet pèlerin. Pour PHILLOGENE (1991), l'effet des métabolites secondaires des plantes sur les insectes peut prendre trois aspects: par la présence de substances indigestes capables de réduire la possibilité d'assimilation ce qui engendre des carences en nutriments nécessaires à un développement normal. Ou bien, par la contenance des composés capables d'affecter directement l'intégrité des cellules et par conséquence la fonction digestive intrinsèque en rompant le développement et la croissance ou bien par la présence des composés à action mimétique ou anti-hormonale qui peuvent provoquer des profonds perturbations endocriniennes toute en affectant diverses fonctions élémentaires chez les insectes dont l'exuviation, le développement, la diapause et la reproduction.

Tableau 9 - Valeurs moyenne de l'indice de consommation évalué pour chaque extrait végétal et témoin chez les adultes et les larves L₅ de *S. gregaria*

	<i>Schistocerca gregaria</i>	
	Larve L ₅	Adulte
Extrait acétonique	3,246	-25,470
Témoins (acétone)	0,620	2,820
Extrait aqueux	5,790	-21,390
Témoins (eau distillée)	6,980	3,380

CONCLUSION

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 infections. De même, il est à signaler que certaines espèces de la flore spontanée, sont épargnées aussi bien par les juvéniles que par les adultes du Criquet pèlerin.

L'étude de l'activité biologique des extraits bruts à l'acétone et aqueux de *Cleome arabica* (Caparidaceae) révèle une diminution significative dans la prise de nourriture aussi bien chez les larves L₅ que chez les adultes de *S. gregaria*. Il est noté également que chez les individus nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique ou aqueux de *Cleome arabica*, la prise de nourriture chez les larves L₅ est plus importante comparativement à celle notée chez les adultes de *S. gregaria*. Un effet anti-appétant est observé en raison de la faible consommation enregistrée chez les larves L₅ et les adultes de *S. gregaria* mis en présence des extraits foliaires de cette plante du Sahara.

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

L'effet de ces extraits végétaux sur la digestion a été évalué via le calcul du coefficient d'utilisation digestif apparent (CUDa). Cela a montré que les larves L₅ et les adultes de *S. gregaria* mis en présence des feuilles de chou trempées dans les extraits foliaires de *Cleome arabica* présentent des (CUDa) inférieurs aux valeurs enregistrées chez les individus des lots témoins, cela révèle que les extraits testés présentent un effet dissuasif sur la digestion chez le Criquet pèlerin.

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

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

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- 1.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.
- 2.ABBASSI K., MERGAOUI L., ATAY KADIRI Z., STAMBOULI A. et GHAOUT S., 2003b.-** *Effet des extraits de Peganum harmalaL. (Zygophyllaceae) sur le Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775).* Zool. Baetica., vol. 13 et 14: 203-217.
- 3.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.
- 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.ANONYME, 1989-** *Evaluation des données d'essais de terrain relatifs à l'efficacité des insecticides sur les criquets et sauteriaux. Rapport à la FAO du groupe consultatif sur les pesticides, Rome, 10-12 décembre 1996.* Ed. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome. 18p.
- 6.APPERT J. et DEUS J. 1982.-** *Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques.* Ed. Maison neuve et Larose, Paris, 419 p
- 7. ASAWALAM E.F., EMOSAIRUE, S. O. and HASSANALI A., 2006.-***Bioactivity of Xylopiiaetiopica (dunal) a. rich essential oil constituents on maize weevil Sitophilus zeamaismotschulsky (Coleoptera - Curculionidae).* Electronic journal Of environmental agricultural and food chimistry, vol. 5 (1): 1195-1204.
- 8.AWAD E.W., SAADE 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.
- 9.BAILLON F., 1992.-** *Comportement des oiseaux face à la pullulation de Schistocerca gregaria au Sénégal (hiver 1988-1989).* L'oiseau et la revue française d'ornithologie, vol. 62 (4): 4 p.
- 10.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.

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 campagne 2003- 2005 contre le Criquet pèlerin.* Ed. FAOUN, Rome, 101 p.

12. BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOGNAY G. et AMMAR M., 2001.- *Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de Cestrum parquill'Hérit (Solanaceae) sur la Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775).* Biotechnol. Agron. Soc. Environ., vol. 5 (2): 85-90.

13. BEZAZE G., 2011 -*Effet du laurier rose (Nerium oleander) sur le criquet migrateur (Locusta migratoria) (Acrididae, Oedipodinae).* Mém. Mag. Agr. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger, 15.

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

15. BOUZIANE N., 2012- étude comparative des propriétés toxiques de deux plantes du Sahara algérien Euphorbia guyoniana (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) et Peganum harmala L. (Zygophyllaceae) sur les larves du cinquième stade et les adultes de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775). Mém. Mag. Agr. Uni. Kasdi Merbah- Ouargla, Algérie, 37-40p.

16. BOVIN G., 2001.-*Parasitoides et lutte biologique : paradigme ou panacée ?* Vertigo, vol. 2 (2) : 29-35.

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

18. CABRIDENC R., COULINKOV I. et DE LAVAUER E., 1980.- *Evaluation au stade laboratoire des risques toxiques résultant des pesticides.* Pesticides. Cahier du nutrition et de diététique, Paris (4): 69-74.

19. CHARA B., 1995.- *Bioécologie des acridiens. Prospection et lutte antiacridiennes.* Stage de formation en lutte antiacridienne. Ed. I.N.P.V. O.A.D.A., Alger. 200p.

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

21. CHWEYA J. and MANZAVA A., 1997.- *Cat's whiskers, Cleome gynandra L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, (11):1 -54.

22. CIRAD, 2001- Les criquets ravageurs. Physiologie. (Disponible sur http://locust.cirad.fr/tout_savoir/physiologie/phisio_6.html).

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

- 24.DAGNELLIE 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.
- 25.DHOUBI S., 1979 –** *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, Acrididae) .* Mém. Ing. Agro. Inst. Nat. Format. Sup. Agro. Sahar. Ouargla. 50 p.
- 26.DAJOZ R., 1982 -** *Précis d'écologie.* Ed. Gauthier Willars, Paris, 549 p.
- 27.Doré M., Barbier M., Lecoq M., &OuldBabah, M., 2008 -** *Prévention des invasions de criquet pèlerin analyse socio-technique d'un dispositif de gestion du risque. Cahiers Agricultures* **17**: 457–464.
- 28.DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1994.-** *Criquets et sauterelles (acridologie).* Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 99 p.
- 29.DOUMBAI L., 1994.-** *Les effets de Melia azedarachsur les larves de criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775).* Rev. Sahl. Pv. Info., N°60 : 2-10.
- 30.DURANTON J. F., LAUNOIS M., LAUNOIS- LUONG M.M., LECOQ M., et RACHADI T., 1987-** *Guide antiacridien du Sahel.* Min .Coop. Dev. Ed .CIRAD- PRIFAS, Montpellier, 344p
- 31.DURANTON J. F. et LECOQ M., 1990.-** *Le criquet pèlerin au Sahel.* Coll. Acrid.Opé. (6), CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 178 p.
- 32.DURANTON J. F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M. M., LECOQ M. et F.A.O., 2005.-** *L'avenir des biopesticides dans la lutte contre le criquet pèlerine Atelier international.* F.A.O.U.N. Saly- Senegal (12-15 Février). 34p
- 33.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.
- 34.FAO, 2004.-** *Evaluation des données d'essais de terrain relatifs à l'efficacité et à la sélectivité des insecticides sur les criquets et les sauteriaux.* Rapport du groupe consultatif sur les pesticides. Neuvième réunion, 18 – 21 octobre 2004, FAO, Rome, 35 p.
- 35.FEENY P. P., 1975. -** *Plant appetency and chemical de fense.* Ed. Plenum Press, New York: 1-40.
- 36.FELLOWS L. E., EVANS S. V., NASH R. and BELL E. A., 1986.-***Polyhydroxy plant alkaloids as glycosidase inhibitors and their possible ecological role. Natural resistance of plant to pest,* Ed. American chemical society., Washington: 72-78.

37.GHIDAOUI S., 1990 - *Contribution à l'étude des ressources trophiques de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) solitaire en Mauritanie occidentale et télédétection de ses biotopes par satellite*. Thèse Doctorat. es. Sciences, Univ. Paris Sud, Orsay, 235 p.

38.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.

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

40.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.

41.GUENDOZ-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.

42.H des ABBAYES. CHADEFAUD M., DE FERRE Y., FELDMAN J., GAUSSEN H., GRASSE P. P., LEREDDE M. C., OZENDA P. et PREVOT A.R., 1963.- *Botanique, anatomie, cycle évolutif, systématique*. Ed. Masson et C^{ie}, 1039 p.

43.HALOUANE F., 1997.- *Cycle biologique de Schistocerca gregaria(Forskål, 1775) (Orthoptera acrididae). 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.

44.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.

45.HAMADI K., 1998-*Bioécologie de la faune orthoptérologique en Mitidja-Etude de l'activité biologique d'extraits de plantes acridifuges sur Aiolopus strepens(Latreille, 1804) (Orthoptera, Acrididae)*. Thèse. mag. sci. Agr. Inst. Nat. Agro., El-harrach, 197p.

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

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

48.JOUAN Y., 1980.- *Effets des pesticides sur les chaînes trophiques*. Pesticides cahier de nutrition et de diététique, (4): 47-54.

- 49. JUDD W. S., CAMPBELL C. S., KELLOGG E. A. et STEVENS P., 2002.-** *Botanique Systématique, une perspective phylogénétique*. Université De Boeck, Bruxelles, 467 p.
- 50. KARA F. Z., 1997.-** *Etude de quelques aspects écologiques et régime alimentaire de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinea) dans la région d'Adrar et en conditions contrôlées*. Thèse Magi., Prot. Végé. Zool. Agri. Fore., Acrid., Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 181 p.
- 51. KEMASSI A., 2008.-** *Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775)*. Mém. Mag. Agr. Sah. Uni. Kasdi Merbah- Ouargla, Algérie, 41p.
- 52. KEMASSI A., BOUAL Z., OULD EL HADJ- K. A., DADI BOUHOUN M & OULD EL HADJ M. D., 2010.-** *Activité biologique de l'extrait d'Euphorbiaguyoniana (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) chez le Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae)*. Annales de Sciences et Technologie, Université Kasdi Merbah- Ouargla Vol 2 n°1 Juin 2010.
- 53. KEVAN D. K., 1992.-** *Les agents de lutte biologique existant et potentiels contre les Orthoptéroïdes nuisibles*. Ed. Geatenmorin, Québec, 221 p.
- 54. KIENDREBEOGO M., OUEDRAOGO A. O. et NACOUUMA O. G., 2006.-** *Activités insecticides de Strigahermonthica (Del.) Benth (Scrophulariaceae) sur Callosobruchus maculatus (Fab.) (Coleoptera- Bruchidae)*. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., vol. 10 (1): 17–23.
- 55. KORICHI R., 1996.-** *Contribution à l'étude du régime alimentaire et de quelques aspects de la biologie du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forkal 1775) dans la région de Adrar*. Thèse Ing. Agro I.N.FSAS. Ouargla, 54 p.
- 56. LABBOUZ I., 2010.-** *activités biologique des extraites foliaires de Cleome arabica (capparidaceae) sur les larves du cinquième stade et les adultes de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775)*. Mém. Mag. Agr. Uni. Mohamed Kheider- Biskhra, Algérie, 62-93p.
- 57. 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.
- 58. LAUNOIS-LUONG M. H. et LECOQ M., 1989.-** *Vade Mecum des criquets du sahel*. Collection Acridologie Opérationnelle N°5, CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 82 p.
- 59. LAUNOIS-LUONG M. H. et POPOV G. B., 1992.-** *Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Acrididea- Cyrtacanthacridinae)*. Ed. CIRAD- PRIFAS, ISBN. Paris, 45 p.

- 60.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.
- 61.LECOQ M., 1988.-** *Les Criquets du Sahel.* Collection Acridologie Opérationnelle n°1, CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 125 p.
- 62.LECOQ M., 2003-** *La menace du criquet pèlerin pour le développement agricole et la sécurité alimentaire et le rôle de la FAO pour son contrôle.* 8^{ème} congrès arabe de protection des plantes, El- Beida, Lybie, 12-16 octobre 2003.
- 63.LECOQ M., 2004.-** *Vers une solution durable au problème du Criquet pèlerin.* Sécheresse, vol. 15 (3): 217-224.
- 64.LECOQ M., 2005.-** *Enseignement de la récente invasion du Criquet pèlerin en Afrique.* Ed. CIRAD, Montpellier, 17 p.
- 65.LEGALL P., 1989.-***Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères).* Bull. Ecol. Ento., T. 20 (3): 245-261.
- 66.LOUNIS M. ,1995 -** *Relation météorologique- criquet pèlerin.* Stage de formation en lutte antiacridienne. Ed. INPV.OADA, Algerr, pp 79-88.
- 67.MAHJOUB N., 1988.-** *Le problème du Criquet pèlerin et les perspectives de sa solution.* Sahel prot. Végé. Info, (7): 8-11.
- 68.MAIRE R., 1933.-** *Études sur la flore et la végétation du Sahara central.* Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord n°3, Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.
- 69.MAIRE R., 1965.-** *Flore de l'Afrique du Nord.* Encyclopédie biologique, vol. XII, Ed. Paul Lechvalier, Paris, 407 p.
- 70.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.
- 71.MESBAHI Z.,2011-***Bioactivité des extraits foliaires des Pergolaria tomentosa L. (Asclepiadaceae) sur les larves du cinquième stade et les adultes de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae) .* Mém. Ing. Agr. Uni. . Kasdi Merbah- Ouargla, Algérie, 15p.
- 72.MORETEAU B., 1991.-** *Etude de certains aspects de la physio-toxicologie d'insecticides de synthèse chez le Criquet migrateur Locustamigratoria(R. & F.).* La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris: 167-178.

- 73. MOUMEN A., 1995.-** *Méthodes et techniques de lutttes contre les acridiens*. Stage de formation en lutte antiacridienne. Ed. I.N.P.V. O.A.D.A., Alger. pp137-148.
- 74.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. oothèques des criquets du sahel. Collection Acridologie Opérationnelle n°7,
- 75.MOUSSA A., 2000-** *Régime alimentaire d'Anacridiumae gyptium(Linné, 1746) à dergana. Comparaison d'extraits des plantes sur quelques paramètres physiologiques de Locustamigratoria(Linné ,1758) et A aegyptium(Orthoptera, Acrididae)*.Mêm.Ing.,Agr. Inst. Nat. Agr., El Harrach, Alger: 85 p
- 76.OULD AHMADOU M. L., BOUAICHI A. et IDIRISSI HASSANI L. M., 2001.-***Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de Glinuslitoides (Aizoaceae) sur les larves du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera –Acrididea)*. Zool. Beatica, vol.. 12: 109-117.
- 77.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.
- 78.OULD EL HADJ M.D., 2004 -** *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse Doctorat scien. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 276 p.
- 79.OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN-BADJO A., HALOUANE F. et DOUMANDJI S., 2006-** *Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae)*. Sécheresse, vol.. 17(3): 407-414
- 80.OULD EL HADJ M. D., DAN-BADJO A.T., HALOUANE F. et DOUMANDJI S., 2007.-** *Etude de cycle biologique deSchistocercagregaria (Forskål, 1775) (Orthoptère, Acrididae) sur le chou Brassicaoleracea L. (Brassicaceae) en laboratoire*. L'entomologiste, T. 63 (1) : 7-12.
- 81.OZENDA P., 1983 -** *Flore du Sahara*.Ed. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 622 p.
- 82.OZANDA P., 1991.-** *Flore et végétation du Sahara. (3ème édition, augmentée)*. Paris, 45 p.
- 83.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.
- 84.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.

85.PASTER P., SMOLIKOWSKI S. et THEWYS G., 1988.-*La lutte antiacridienne.* Dossier Déltaméthrine. Ed. RosselUclaf, Paris, 127 p.

86.PEVELING R., 2000.- *Suivi environnemental des activités de la lutte antiacridienne à Malaimbandy, Madagascar.* Projet d'appui à la gestion de 146 l'environnement. International Ressources Group, n°839, Washington, 38 p.

87.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.

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

89.POPOV G. B., DURANTON J. F. et GIGAUL T., 1991.- *Etude des biotopes du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria(Forskål, 1775) en Afrique du Nord occidentale.* Mini. Coop. Dével., CIRAD/ PRIFAS, Montpellier, 753 p.

90.POPOV G. B., LAUNOIS -LUONG M. H. et VANDERWEEL F., 1990- *Les Pyrgomorphidae).* *Acrida*10: 15-23.

91.QUENTIN J. C. et SEUREAU C., 1975.- *Sur l'organogenèse de Seuratium cadarachense(Desportes, 1947) (Nematoda- Seuratoidea) et les réactions cellulaires de l'Insecte Locustamigratoria, hôte intermédiaire.* *Z. Parasitenk*, vol. 47: 55- 68.

92.RACHADI T., 1991.- *Précis de lutte antiacridienne: La pulvérisation des ravageurs en Afrique et en Asie.* Agence des Etats-Unis pour le Développement International, Washington, 143 p.

93.RAMADE F., 2007.- *Caractères écotoxicologiques et impact environnemental potentiel des principaux insecticides utilisés dans la lutte anti-acridienne. Lu lutte antiacridienne.* Ed. AUPEL-UREF, Paris: 179-191.

94.REMBOLD H. 1997.- *Melia volkensii: a natural insecticide against Desert locusts.* S. Krall: New Strategies in Locust Control, Birkhäuser Verlag, Basel: 185-191.

95.SAIZONOU N. J. 2000- *-Lubilosa et lutte contre les acridiens.* Meni. Agriculture H.S. N 1.paris, pp 3-17.

96.SAXENA R. C., 1988.-*Neem a source of natural insecticides. Insecticides of Schistocercagregaria(forskål, 1775) (Orthoptera- Adrididea).*Mém.Ing.Agro.

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

98. 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.

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

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

101. TANKARI DANBADJO A., 2001- *Cycle biologique de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) sur Brassica olearacea (crucifères). Etude comparative de la toxicité de trois plantes acridifuges chez les larves de 5ème stade et les adultes de cet acridien .* These Ing. Agro. Inst. Nat .Agro.Sah .Ouargla, 87p

102. 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.

103. UICNR, 2005.- *A guide to medicinal plants in North Africa.* Union internationale pour la conservation de la nature et ses ressources, Centre for mediterranean cooperation, Malaga, 256 p.

104. 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.

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

106. 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.

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

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

Table de matières

Liste des tableaux.....	a
Liste des figures	b
Liste de photographies	c
Introduction.....	02

Chapitre I : Aperçu bibliographique sur le Criquet pèlerin

I.1.- Position systématique.....	05
I.2.- Morphologie.....	06
I.3.- Biologie de Criquet pèlerin	06
I.3.1.-Ponte.....	05
I.3.2.- Développement embryonnaire	08
I.3.3.- Imago et développement imaginal	11
I.3.3.1.-Imago solitaires	12
I.3.3.2.-Imago grégaires	13
I.4.- Ecologie du Criquet pèlerin.....	13
I.5.- Aire de distribution géographique	15
I.5.1.- Aire d'invasion.....	15
I.5.2.- Aire de rémission	15
I.5.3.- Aires grégarigènes.....	16
I.6.-Comportement alimentaire.....	17
I.7.- Dégâts et importance économique	18
I.8.- lutte antiacridienne	19
I.8.1.- Lutte préventive.....	19

I.8.2.- Lutte écologique	21
I.8.3.- Lutte physique	21
I.8.4.- Lutte chimique	25
I.8.5.- - Ennemis naturelles du criquet pèlerin	25
I.8.5.1.- Parasite et parasitoïdes	25
I.8.5.2.- Prédateurs	26
I.8.5.3.- Agents pathogènes.....	27
I.8.6. –Plantes acridifuges ou acridicides.....	28
I.9. - Lutte intégrée	30

Chapitre II : Méthodologie du travail

II.1.- Principe adopté.....	34
II.2.- Matériel d'étude.....	34
II.2.1.- Matériel biologique	34
II.2.1.1- Matériel végétal	35
II.2.1.1.1.- Position systématique.....	36
II.2.1.1.2.- Description botanique	36
II.2.1.1.3- Répartition géographique	36
II.2.1.1.4- Importance socioéconomique	37
II.2.1.2.-Matériel animal	37
II.2.2.- Matériel utilisé au laboratoire	39
II.3.- Méthodes d'étude	40
II.3.1.- Préparation des extraits végétaux.....	40
II.3.1.1.- Extraction par Macération dans l'acétone	40

II.3.1.2.- Extraction par reflux (extrait aqueux).....	40
II.3.2.- Etude de la toxicité.....	41
II.3.3.- Méthode d'exploitation des résultats.....	42
II.3.3.1.- Calcul du temps létal 50 (TL50).....	42
II.3.3.2.- Calcul du coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa).....	43
II.3.3.3.- Calcul de l'indice de consommation (IC).....	43
II.3.3.4.- Analyses statistiques (analyse de la variance "ANOVA").....	43

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1.- Action des extraits végétaux sur la prise de nourriture.....	46
III.2.- Action sur la mortalité.....	50
III.3.- Temps létal 50 (TL ₅₀) des différents extraits des plantes étudiées.....	54
III.4.- Action des extraits végétaux sur le coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa).....	58
III.5.- Action des extraits végétaux sur la croissance pondérale.....	60
III.6.- Action des extraits végétaux sur l'indice de consommation.....	64
Conclusion.....	67
Références bibliographiques.....	70

Étude de la toxicité des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae)

Résumé

L'étude porte sur l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* (Capparidaceae) récoltée dans oued Metlili Sahara Septentrional Est Algérien vis-à-vis des larves L₅ et d'adultes de *Schistocerca gregaria*. Elle concerne leur action sur la prise de nourriture, le poids, la mue et la mortalité chez ce locuste du désert.

Les Adultes et les larves L₅ de *S. gregaria* mis en présence de feuilles de choux aspergées de l'extrait acétonique des feuilles de *Cleome arabica* perdent respectivement 1,146% et 96,44% de leur poids initial. Chez les individus adultes et larves L₅ nourris par les feuilles de choux traitées par les extraits aqueux, une amélioration progressive du poids est constaté, elle est de 20,365% pour les larves L₅ et 7,313% pour les adultes. La perte du poids constaté chez les individus des lots traitement émane de l'effet dissuasif des extraits testés sur la prise de nourriture, la moyenne de la consommation journalière rapportées chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de choux traitées par les extraits foliaires de *C. arabica* est plus faible comparativement à celles enregistrées chez les individus des lots témoins.

En outre, ces extraits sont révélés toxiques sur le criquet pèlerin. Chez les adultes, le pourcentage maximal de la mortalité est observé chez les adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de choux traitées par l'extrait acétonique de *C. arabica*, il est de 20 %, avec un temps léthal 50 (TL₅₀) de 445,05 jours, par contre, ils sont avérés très efficaces sur les larves L₅; un pourcentage de mortalité de 100% est noté chez les larves L₅ nourries par des feuilles de choux traitées par l'extrait aqueux de *Cleome arabica*.

Mots clés : *Cleome arabica*, *Schistocerca gregaria*, toxicité, extrait acétonique, extrait aqueux, Sahara septentrional.

دراسة سمية مستخلصات أوراق *Cleome arabica* L.(Capparidaceae) على الطور الخامس والبالغين من *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae)

ملخص

تركز الدراسة على النشاط البيولوجي لخلاصة أوراق *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) المأخوذ من وادي Metlili في الصحراء الحدودية الشمالية لشرق الجزائر ضد يرقات L₅ والبالغين من *Schistocerca gregaria*. فيما يخص تأثيره على تناول الغذاء، والوزن، وإعادة التشكل والوفاة.

يفقد الأفراد البالغون واليرقات من *Schistocerca gregaria* الذين تناولوا أوراق الملفوف المنقوعة في المستخلص الأسيتوني للأوراق *Cleome arabica* 1.146% و 44.96% من وزنهم الأولي. لوحظت زيادة تدريجية في الوزن لدى البالغين واليرقات L₅ الذين تمت تغذيتهم على أوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص المائي، قدرت هذه الزيادة بـ 20,365% بالنسبة لليرقات L₅ و 7,313% للبالغين. فقدان الوزن الملاحظ عند الأفراد الذين تغدوا على الأوراق المعالجة الناجمة عن التأثير الرادع للمستخلص لتي تم اختبارها بالنسبة لتناول الغذاء، ومتوسط الاستهلاك اليومي لدى يرقات L₅ والبالغين *Schistocerca gregaria* المتغذين من أوراق الملفوف المعالجة بخلاصة أوراق *C. arabica* كان أقل بالمقارنة مع ذلك، وجدت هذه المستخلصات سامة للجراد الصحراوي وبلغت النسبة المئوية القسوى للوفيات التي تمت ملاحظتها 20% عند البالغين *Schistocerca gregaria* المتغذين على أوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص الأسيتوني من *Cleome arabica*، مع تسجيل الوقت المميت 50 (LT₅₀) 445,05 يوم في حين لم تسجل أي وفاة عند اليرقات L₅. أو تم تسجيل عند يرقات L₅ المغذات من أوراق الملفوف المعالجة بالمستخلص المائي نسبة معدل وفيات 100% مع LT₅₀ مقدرة 6,213 يوم بينما لم تلاحظ أي وفيات بالنسبة للبالغين.

الكلمات الرئيسية : *Cleome arabica* · *Schistocerca gregaria*، السمية، المستخلص الأسيتوني، المستخلص المائي و شمال الصحراء.

Study of the toxicity of extracts the *Cleome arabica*.L.(Capparidaceae) on the fifth stage larvae and adults of *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae)

Summary

The study focuses on the biological activity of leaves extracts of *Cleome arabica*.L Capparidaceae) harvested in Wadi Metlili Septentrional Eastern Sahara of Algeria on the L₅ larvae and adults of *Schistocerca gregaria*. It concerns their action on food intake, weight, moult and mortality of the desert locust.

Adult and larvae of *S. gregaria* confronted with cabbage leaves sprayed with acetonic extract of *Cleome Arabica* leaves lost respectively 1,146% and 96,44% of their initial weight. In adult individuals and L₅ larvae, fed by cabbage leaves treated with aqueous extract, a progressive improvement of the weight is found, it is 20,365% for L₅ larvae and 7,313% for the adults. Weight loss found in individuals batches treatment comes from the deterrent effect of extracts tested on food intake, average daily consumption reported in L₅ larvae and adults of *S. gregaria* fed cabbage leaves treated with leaf extracts of *C. arabica* is lower compared to those recorded in individuals of the control groups.

In addition, these extracts are toxique for the desert locust. The maximum percentage of mortality is observed for the adultes of *S. gregaria* fed by cabbage leaves treated with acetonic extract of *C. Arabica*, it is about 20% with a lethal time TL₅₀ of 445,05 days. However any mortality has been observed for the L₅. For Larves L₅ fed by on cabbage leaves treated with aqueous extract, a mortality rate of 100% is reported with a TL₅₀ of 6,213 days. For adults we have registry any mortality.

Keywords: *Cleome arabica*, *Schistocerca gregaria*, toxicity, acetonic extract, aqueous extract, northern sahara.