



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master II

Science de nature et de la vie

Option : Phytoprotection durable

**Caractérisation biochimique des extraits aqueux
d'espèces végétales a effet
répulsif vis-à-vis des locustes dans les biotopes
sahariens**

Réalisé par : Meftah Madjda

Devant le jury:

M^{me} Djemai I.	M.A.A	U.S.D.B.1	Présidente.
M^{er} Mahdjoubi D.	M.A.A	U.S.D.B.1	Promoteur.
M^{me} Outtar F.	M.C.B	U.S.D.B.1	Co-promotrice.
M^{me} Remini L.	M.A.A	U.S.D.B.1	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2016/2017

Remerciement

Je tiens à remercier avant tout le bon DIEU tout puissant de m'avoir accordé la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mes 02 encadreurs de mémoire Madame **Outtar Fahima** et monsieur **Mahdjoubi Djellali**. Je les remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé. Que le bon Dieu les vous protège.

J'adresse mes sincères remerciements à Madame **remini L.** maitre assistante dans le département de zoologie agricole à Blida. Qui a bien voulu faire partie de mon jury. Vous êtes mon idole et vous le resterez pour toujours

J'adresse mes vifs remerciements à Madame **Djemai I.**, maitre assistante dans le département de zoologie agricole à Blida. Pour l'honneur qu'elle m'a fait d'accepter la présidence du jury de cette thèse.

Je tiens à remercier Monsieur **Lazar Mohamed**, le chef département de la lutte acridienne au niveau de l'INPV, de m'avoir accueillie dans son laboratoire.

Mes remerciements les plus chaleureux vont à **Mr bilél serir** pour avoir bien voulu superviser ce modeste travail et de me consacrer son temps. Et je remercie l'ensemble du personnel de l'I.N.P.V.

Je remercie aussi Mme **Amina** et Mme **Djamila** nous 02 aimables technicienne qui nous ont beaucoup aidé.

Mr **Bouhane** (CRAPC) et Mme **Fatima zohera** (CRAPC), Mme **kenza** (parnet) je ne pourrai jamais oublier votre aide que le bon Dieu illumine vos chemins.

Mes remerciements vont aussi vers Mme **bissaad F-Z** pour sa collaboration.

Ma petite soerette **Malika chambi** je te souhaite beaucoup de succès dans votre vie.

A cœur vaillant rien d'impossible

A conscience tranquille tout est accessible

Quand il y a la soif d'apprendre

Tout vient à point à qui sait attendre

Quand il y a le souci de réaliser un dessein

Tout devient facile pour arriver à nos fins

Malgré les obstacles qui s'opposent

En dépit des difficultés qui s'interposent

Les études sont avant tout

Notre unique et seul atout

Ils représentent la lumière de notre existence

L'étoile brillante de notre réjouissance

Comme un vol de gerfauts hors du charnier natal

Nous partons ivres d'un rêve héroïque et brutal

Espérant des lendemains épiques

Un avenir glorieux et magique

Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis

Jour et nuit, nous mènera vers le bonheur fleuri

Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys,

Nous prions dieu que cette soutenance

Fera signe de persévérance

Et que nous serions enchantés

Par notre travail honoré

Je dédie mon travail a

Une spéciale dédicace à cette personne qui compte énormément pour moi, et pour qui je porte beaucoup d'amour de tendresse et de respect a toi Mon Amir .

Amir mon cher cousin et mon ami d'enfance, Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Mes chers parents aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

Mon frère et Ma belle sœur En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance je vous aime, **Houda** t'es une vrai sœur d'une autre mere merci d'être toujours là, pour me soutenir. Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A ma meilleure copine wissem En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère

Sommaire

Introduction générale	01
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique.....	04
1- généralité sur le criquet pelerin schistocerca grégaria (forskal, 1775) ..	04
1.1 Position Systématique.....	04
1.2 -Morphologie	04
1.2 .1 œufs	05
1.2.2 larves	06
1.2.3 imagos	07
I.3 Physiologie	07
I.4 biologie	08
I.5 répartition géographique	10
I.6 Dégâts	11
1.7 La lutte	12
1.7.1- La lutte préventive	12
1.7.2- La lutte mécanique et culturales	12
1.7.3- La lutte chimique	13
1.7.4- La lutte écologique	14
1.7.5-biologique	14
2.-Généralités sur les plantes testés sur les L5	16
Chapitre 2 : matériel et méthode	22
Objectif d'étude	22

1. Materiels	22
1.1- Materil biologique	22
1.1.1- les criquets	22
1.2- materiel végétal	22
1.2.1 choix des plantes	22
1.2.2- présentation des echantillons végétaux	23
1.3 materiel non biologique	24
2 .Methode	25
2.1 phytochimie	25
2.2 extraction	28
2.2.1 maceration	28
2.2.2 infusion	28
2.2.3 decoction.....	28
2.3 histologie	29
2.3.1 preparation des individus	29
2.3.2 dissection	30
2.3.2fixation	30
2.3.4 inclusion	31
2.3.4.1 desydratation	31
2.3.4.2 Impregnation a la paraffin.....	31
2.3.4.3 préparation des blocs	32
2.3.5 realisation des coupes	32
2.3.5.1 microtomisation	32

2.3.5.2 deparaffinage et rehydratation	33
2.3.5.3 coloration des coupes	33
2.3.5.4 deshydratation et montages des coupes	34
Chapitre 3 : resultat & discussion	36
1. analyses phytosociologiques des biotopes acrediens de la region de adrar.....	36
1.1- préférence alimentaire	38
2. analyses phytochimiques	40
3.effet des six plantes sur le tube digestif de S.Gregaria	42
3.1 chez les individus témoins	42
3.2. chez les individus traités	42
4. discussion des résultats avec d'autres travaux	47
conclusion générale	50
Les references bibliographiques.....	52

Résumé

Caractérisation biochimique des extraits aqueux d'espèces végétales à effet répulsif vis-à-vis des locustes dans les biotopes sahariens.

Des larves L5 *Schistocerca gregaria* ont été traitées par des extraits aqueux des feuilles de six taxons végétaux soit *Aerva javanica* ; *Cassia italica* ; *Citrullus colocynthis* ; *Fagonia arabica* ; *Lawsonia inermis* ; *Morettia conescens*. L'examen des coupes histologiques a montré des degrés d'anomalie différents au niveau de la structure des tissus du mésentéron, en fonction de la toxicité des plantes testées. Pour l'extrait aqueux de *Citrullus colocynthis*, *lawsonia*, *morettia*, un degré de destruction des cellules épithéliales très élevé a été enregistré au bout de 24 heures. Contrairement à *Fagonia a.* les larves traitées par son extrait ont présenté une détérioration de la microvillosité, associée à une musculature lisse atrophiée. Cependant, un aspect d'élargissement de la lumière intestinale est observé chez les larves traitées par des extraits d'*aerva* et *cassia* qui s'ajoute à un amincissement de la musculature circulaire. Aucune mortalité n'est enregistrée au niveau des larves L 5 des lots témoins. L'analyse phytochimique (screening) des extraits végétaux appliqués au cours des essais révèle que les métabolites secondaires jugés toxiques pour les L5 sont présents à savoir les alcaloïdes, tanin catéchique, tanin gallique, saponosides, glucosides, mucilage.

Mots clés :

Coupes histologiques, extraits végétaux, mésentéron, *Schistocerca gregaria*.

ملخص

التوصيف البيوكيميائي للمستخلصات المائية من الأنواع النباتية له تأثير طارد على الجراد في النظائر الصحراوية.

تم معالجة *schistocerca gregaria* اليرقات مع مستخلصات مائية من أوراق ستة أصناف نباتية، *aerva* *lawsonia inermis* *morettia* *citrullus colocynthis* *fagonia arbica* *Cassia italica* *javanica* *canscens*. كشفت دراسة الأقسام النسيجية درجات مختلفة من الشذوذ في بنية الأنسجة *mésonterun*، اعتمادا على سمية النباتات اختبارها. لمستخلص مائي من *citrullus ;lawsonia ;morettia*، تم تسجيل درجة عالية جدا من تدمير الخلايا الظاهرية بعد 24 ساعة. على عكس *fagonia*. وأظهرت اليرقات تعامل مع استخراج لها تدهور الميكروفيولي، ويرتبط مع ت العضلات على نحو سلس ضمور. ومع ذلك، لوحظ جانب من جوانب تضخم الأمعاء في اليرقات تعامل مع مقتطفات من *cassia ;aerva*؛ التي تضاف إلى ترقق من الجهاز العضلي دائري. لم يسجل أي وفيات في اليرقات L 5 من دفعات السيطرة. التحليل الكيميائي النباتي مقتطفات (screning) مصنع تطبيقها خلال اختبار يكشف عن أن المركبات الثانوية تعتبر سامة لل L5 موجودة أي قلويدات، الكاتيكول التانين، التانين الغال، سابونين، غلوكوزيد، الصمغ.

الكلمات الرئيسية:

الأقسام النسيجية، المستخلصات النباتية *mésonteron*، *schistocerca grégaria*.

abstract

Biochemical characterization of aqueous extracts of plant species has a repelling effect on locusts in Saharan biotopes.

L5 *Schistocerca gregaria* larvae were treated with aqueous extracts of the leaves of six plant taxa, *Aerva javanica*; *Cassia italica*; *Citrullus colocynthis*; *Fagonia arabica*; *Lawsonia inermis*; *Morettia conescens*. Examination of the histological sections revealed different degrees of abnormality in the structure of mesenteron tissues, depending on the toxicity of the plants tested. For the aqueous extract of *Citrullus colocynthis*, *lawsonia*, *morettia*, a very high degree of destruction of the epithelial cells was recorded after 24 hours. Unlike *Fagonia a.* the larvae treated with its extract showed a deterioration of the microvilli, associated with an atrophied smooth musculature. However, an aspect of enlargement of the intestinal lumen is observed in the larvae treated with extracts of *aerva* and *cassia* which is added to a thinning of the circular musculature. No mortality was recorded in the L 5 larvae of the control batches. The phytochemical analysis (screening) of the plant extracts applied during the tests reveals that secondary metabolites deemed toxic to L5 are present, namely alkaloids, catechic tannin, gallic tannin, saponosides, glucosides, mucilage

Keywords :

Histological sections, plant extracts, mesenteron, *Schistocerca gregaria*.

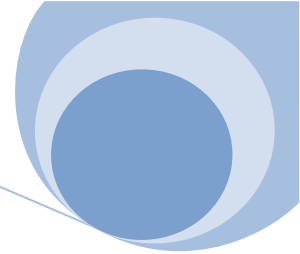
Liste des tableaux

Tableau 1	caractéristiques du cycle biologique du criquet pèlerin	10
Tableau 2	généralités sur les plantes	16
Tableau 3	les étapes du screening chimiques	26
Tableau 4	resultats de la phytochimie	40

Liste des figures

Fig. n : 01	S.grégaria.....	05
Fig. n : 02	Oothèque.....	06
Fig. n : 03	Larve grégaire du 5eme stade	06
Fig. n : 04	Imago solitaire	07
Fig. n : 05	Cycle biologique de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775)	09
Fig. n : 06	Aire de distribution du <i>Schistocerca gregaria</i> au monde	11
Fig. n : 07	a. cassia i. / b. morettia c.	23
Fig. n : 08	<i>Aerva javanica</i>	24
Fig. n : 09	<i>Fagonia a. / citrullus c.</i>	24
Fig. n : 10	séparation des feuilles /broyage	25
Fig. n : 11	préparation du décocté	28
Fig. n : 12	Traitement du gazon avec les extraits de plantes.....	29
Fig. n : 13	Dissection.....	30
Fig. n : 14	fixation des tubes digestifs	31
Fig. n : 15	Confection des blocs	32
Fig. n : 16	Le microtome	33
Fig. n : 17	Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus témoins.....	43
Fig. n : 18	Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus traités par <i>Aerva</i>	43
Fig. n : 19	Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de traités par <i>Cassia</i>	44
Fig. n : 20	Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus traités par <i>Citrillus</i>	44
Fig. n : 21	Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de traités par <i>Fagonia</i>	45
Fig. n : 22	Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de traités par <i>Lawsonia</i>	45

Fig. n : 23 Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de traités
par *Morettia*..... 46



Introduction

Le règne végétal est soumis à une agression constante par les phytophages. La réussite ou l'échec de la phytophagie, est sous l'étroite dépendance des substances chimiques stimulant ou inhibant la prise de nourriture (HASSEL et SOUTHWOOD 1978) Les Locustes en phase grégaire sont connues depuis longtemps pour leurs grande polyphagie et l'absence du choix des cultures attaquées. Cette polyphagie semble plus limitée en phase solitaire. Chez le criquet pèlerin, la quête alimentaire devrait maximiser l'ingestion de nutriments tout en réduisant les risques d'anomalie menaçant la survie des individus.

Les besoins nutritionnels d'un insecte changent tout au long de son cycle de développement et ses changements se reflètent par des variations dans le comportement alimentaire (HASSEL et SOUTHWOOD, 1978), , l'évaluation qualitative et quantitative des préférences alimentaires de *S. gregaria* à l'état solitaire dans divers biotopes du Sahara algérien, montre une disparité observée entre la fréquence des espèces végétales consommées et leurs abondances dans les biotopes ce qui atteste une nette préférence alimentaire exprimée par *S. gregaria* solitaire, ce comportement est fortement influencé par la composition floristique des biotopes en limitant les possibilités de choix pour l'acridien ,(GUENDOOUZ 2010).

Le régime alimentaire diffère peu en fonction du sexe des individus dans un même biotope. Il apparaît que le régime alimentaire du Criquet pèlerin dépend à la fois de la composition du tapis végétal et des choix qu'il opère dans sa quête de nourriture. Les plantes appréciées par le Criquet sont généralement celles qui lui permettent le meilleur développement et la meilleure reproduction.

La qualité nutritionnelle de l'hôte est essentielle à la performance biologique des herbivores et à l'herbivorie. Les feuilles contenant de grandes quantités de protéines et de glucides favorisent la prise de nourriture et augmentent fortement la croissance des phytophages (FORTIN, 1994). Dans la nature, les insectes phytophages manifestent un comportement alimentaire particulier afin de sélectionner l'hôte et les feuillages de meilleure qualité en fonction de leurs besoins nutritionnels (SIMPSON, 1990).

Confrontés à des ressources végétales hétérogènes aux échelles spatiales et temporelles, les insectes phytophages ont pu développer des réponses comportementales modulables afin d'optimiser leurs gains en éléments nutritifs et minimiser les pertes associées à leur quête

alimentaire (SCHULTZ, 1983; BERNAYS et CHAPMAN, 1994; KEMASSI *et al.*, 2007). La sélectivité alimentaire chez les insectes phytophages, est la conséquence du développement de

défenses physiques chez les plantes, ou bien de la présence de composés chimiques (métabolites secondaires, sucres) susceptibles d'altérer l'appétence, d'inhiber la prise de nourriture, ou bien de favoriser celle-ci (FEENY, 1976).

Généralement, l'acceptation ou le rejet des plantes comme source nutritionnelle par les insectes phytophages dépend de leurs réponses physiologiques face aux caractéristiques physiques et/ou chimiques de la plante. Les caractères morphologiques des plantes peuvent influencer l'acceptabilité soit en fournissant des informations visuelles ou olfactives, soit en agissant sur la capacité des insectes à mordre les feuilles de l'hôte (FEENY, 1976; BERNAYS et CHAPMAN, 1994). Les caractères chimiques peuvent influencer les choix nutritionnels des hôtes des insectes de diverses façons.

Certains sont capables de détecter les composés chimiques volatiles des plantes à distance grâce aux sensilles antennaires (FITZGERALD, 1995). La composition chimique de la surface de la feuille semble jouer un rôle important dans la reconnaissance et l'acceptation de la plante par les insectes phytophages. Ils sont capables de caractériser ces composés grâce à des chimiorécepteurs de contact situés sur leur tarse et leur appareil buccal (BERNAYS et CHAPMAN, 1994)

Le criquet pèlerin est l'un des espèces de criquets les plus redoutables des cultures (Kemassi *et al.*, 2007). Les pays envahies au cours de la progression des essaims peuvent subir des graves préjudices (Anonyme, 1996).

L'utilisation de produits chimiques pendant les situations d'urgence s'avère incontournable pour juguler le phénomène en raison de la rapidité d'action de ces derniers. Cependant, il est évident que pour se prémunir durablement contre les invasions de ces locustes il paraît impératif de privilégier la lutte préventive.

Le Sahara dispose d'une biodiversité floristique exceptionnelle, constituée de plus de 500 espèces (MAIRE, 1933, OZENDA, 1991), Les plantes spontanées des zones arides sont considérées comme l'une des ressources phytogénétiques qui présentent un intérêt agronomique, économique, écologique mais aussi stratégique (UNESCO, 1960). La possibilité d'utiliser les substances secondaires des plantes contre les insectes nuisibles en général et contre le criquet pèlerin en particulier s'est révélé promoteur, et a suscité beaucoup de travaux dont les plus récents sont ceux d'ABBASSI *et al.* (2003a, 2003b, 2004, 2005), OULD EL HADJ *et al.* (2006), ZOUITEN *et al.* (2006), IDRISSE et HERMAS (2008),

Introduction générale

DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI (2008) et AMMAR et N'CIR (2008); KEMASSI *et al.* (2010, 2012a, 2012b, 2013a, 2013b, 2013c).

Le présent travail cherche à détecter les molécules à effet répulsif vis-à-vis des larves L5 de *Schistocerca gregaria* dans les extraits végétaux, par ailleurs cette étude constitue une première étape dans la recherche de molécules biopesticides d'origine végétale testées sur la physiologie des individus de cette espèce acridienne ravageur.

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775)

1.1 Position systématique :

Selon CHOPARD (1943); DIRSH (1975) et LOUVEAUX et BEN-HALIMA (1987) le criquet pèlerin est classé selon la nomenclature suivante :

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

1.2 Morphologie :

Le corps est plutôt cylindrique, renflé ou rétréci aux extrémités. Les variations selon les espèces portent aussi bien sur la forme générale du corps que sur la coloration, la rugosité des téguments ou la forme des appendices de la tête, du thorax ou de l'abdomen. Les acridiens possèdent une unité structurale fondée sur la présence de trois tagmes fondamentaux :

- la tête, composée de 6 métamères,
- le thorax, de 3 métamères,
- l'abdomen, de 11 métamères



Fig. 1 : *S. gregaria*

1.2.1 Œufs :

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

A. La ponte de *Schistocerca g.*

B. Le bouchon spumeux de l'oothèque.

Fig. 2 : oothèque

1.2.2 Larves

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

Concernant les larves grégaires, les deux premiers stades sont essentiellement noirs.

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

Fig. 3 Larve grégaire du 5^{ème} stade

1.2.3 Imagos :

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

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



Fig.4 Imagos solitaire (Outtar ; 2001)

Ils se distinguent des Sauterelles ou des Ensifères par trois caractères morphologiques importants :

- les antennes, courtes et formées d'un petit nombre d'articles,
- l'organe de ponte, composé de valves robustes et courtes,
- l'absence d'appareil stridulatoire sur les élytres analogue à celui des grillons.

1.3 Physiologie :

Comme tout être vivant, l'acridien doit se reproduire pour assurer la pérennité de l'espèce. À cette fin, il prélève dans son environnement les nutriments et l'énergie nécessaires à son développement et à la production de ses cellules sexuelles.

La vie de l'organisme et la reproduction font intervenir de nombreuses activités que l'on peut regrouper en quatre fonctions essentielles :

- la fonction alimentaire : l'acridien trouve en se nourrissant les matériaux et l'énergie utiles à sa croissance et à son développement,
- la fonction respiratoire : l'oxygène indispensable à la combustion des nutriments est apporté aux organes par un réseau très dense de trachées et de trachéoles jusqu'au niveau cellulaire. Le gaz carbonique est rejeté par les mêmes voies,
- la fonction excrétoire : l'élimination des produits du métabolisme se fait par voie intestinale, tégumentaire et sanguine,
- la fonction de reproduction : elle contrôle la fabrication des cellules sexuelles et la fécondation.

Ces fonctions élémentaires sont coordonnées par trois systèmes de régulation :

- le système nerveux traite les informations exogènes (relatives à l'environnement) et endogènes (relatives au fonctionnement des organes), ajuste le métabolisme et le comportement au contexte du moment,
- le système endocrinien régule l'activité des organes en sécrétant des hormones véhiculées par l'hémolymphe jusqu'aux organes. La production des hormones est souvent assujettie au système nerveux,
- le système circulatoire assure le transfert des nutriments et de certains déchets métaboliques, une protection immunitaire, et le transport des informations endocrines.

1.4 Biologie :

Le Criquet pèlerin, comme tous les autres acridiens, passe par trois stades successifs: l'œuf, la larve (ou nymphe) et l'ailé.

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

immatures. Quand ils deviennent sexuellement matures, ils peuvent s'accoupler et pondre des œufs.

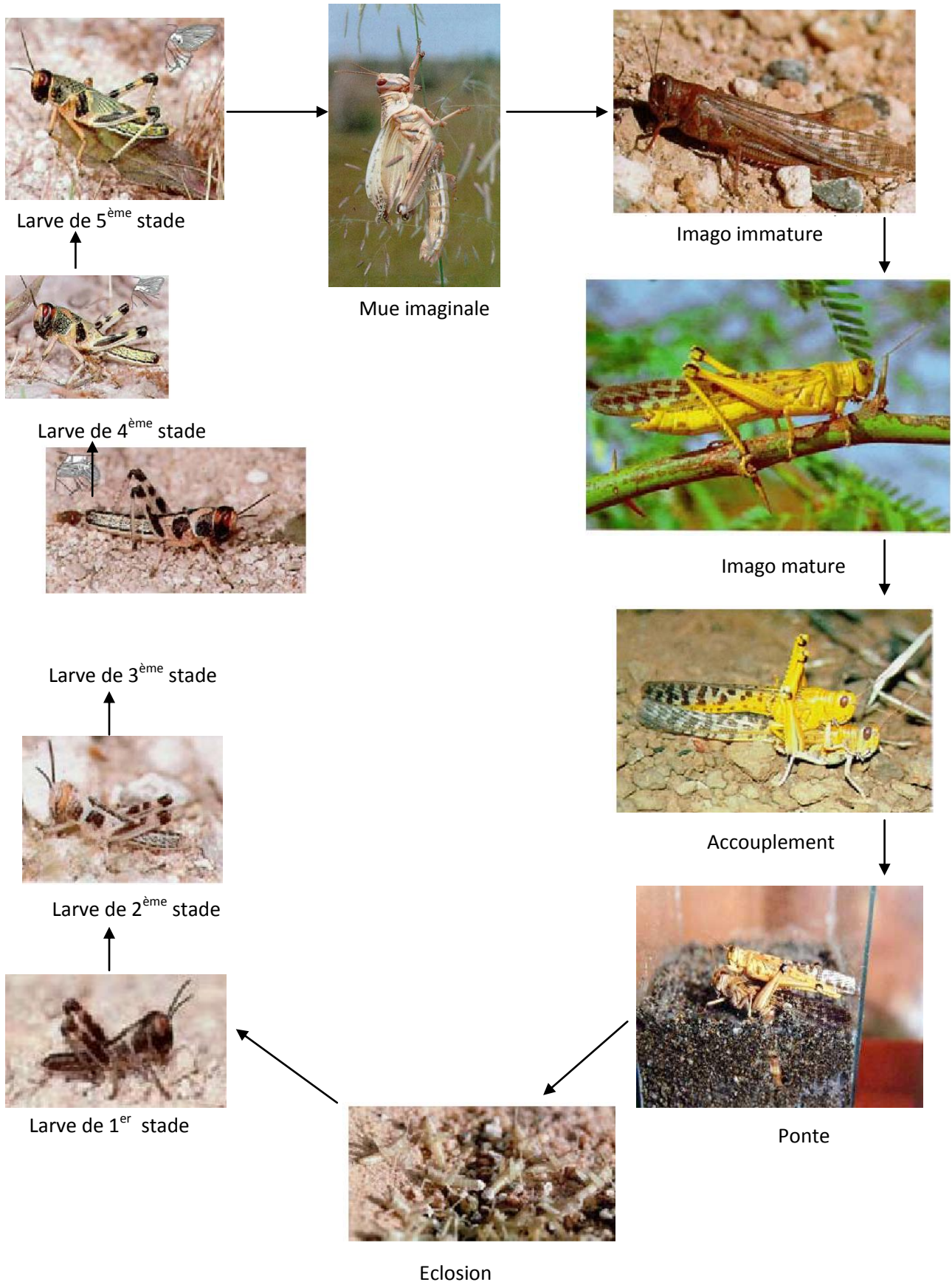


Fig. 5 : Cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)

(Selon DURANTON et LECOQ, 1990 ; DE GREGORIO, 1996 ; SYMMONS ET CRESSMAN, 2001 ; OUTTAR 2006 modifié)

Tableau 1 : caractéristiques du cycle biologique du criquet pèlerin

Caractéristiques du cycle biologique du Criquet pèlerin		
Stades	Œuf, larve, ailé	
Durée	Œuf	10 à 65 jours
	Larve	24 à 95 jours (36 jours en moyenne)
	Ailé	2 mois et demi à 5 mois
	Ponte à mue imaginale	40 à 50 jours
	Maturation des ailés	3 semaines à 9 mois (moyenne de 2 à 4 mois)
	Total	2 à 6 mois
Mues	5 à 6 (solitaire), 5 (grégaire)	
Phases	Solitaire, transiens, grégaire	
Zone affectée	16 millions de km ² (rémission), 29 millions de km ² (invasion)	

1.5 Répartition géographique :

L'aire d'invasion du criquet pèlerin couvre un territoire de 28 millions de km² (Magor, 1993), peuplé par plus de 1 milliard d'habitants et touche soixante cinq pays d'Afrique, du Moyen Orient et d'Asie du sud-ouest .Sword et al (2010) l'estime à 31 millions de km². Elle est divisée en trois grandes régions: occidentale, centrale et orientale. L'aire de rémission,

beaucoup moins étendue, couvre 15 millions de km² environ et intéresse surtout les zones désertiques.

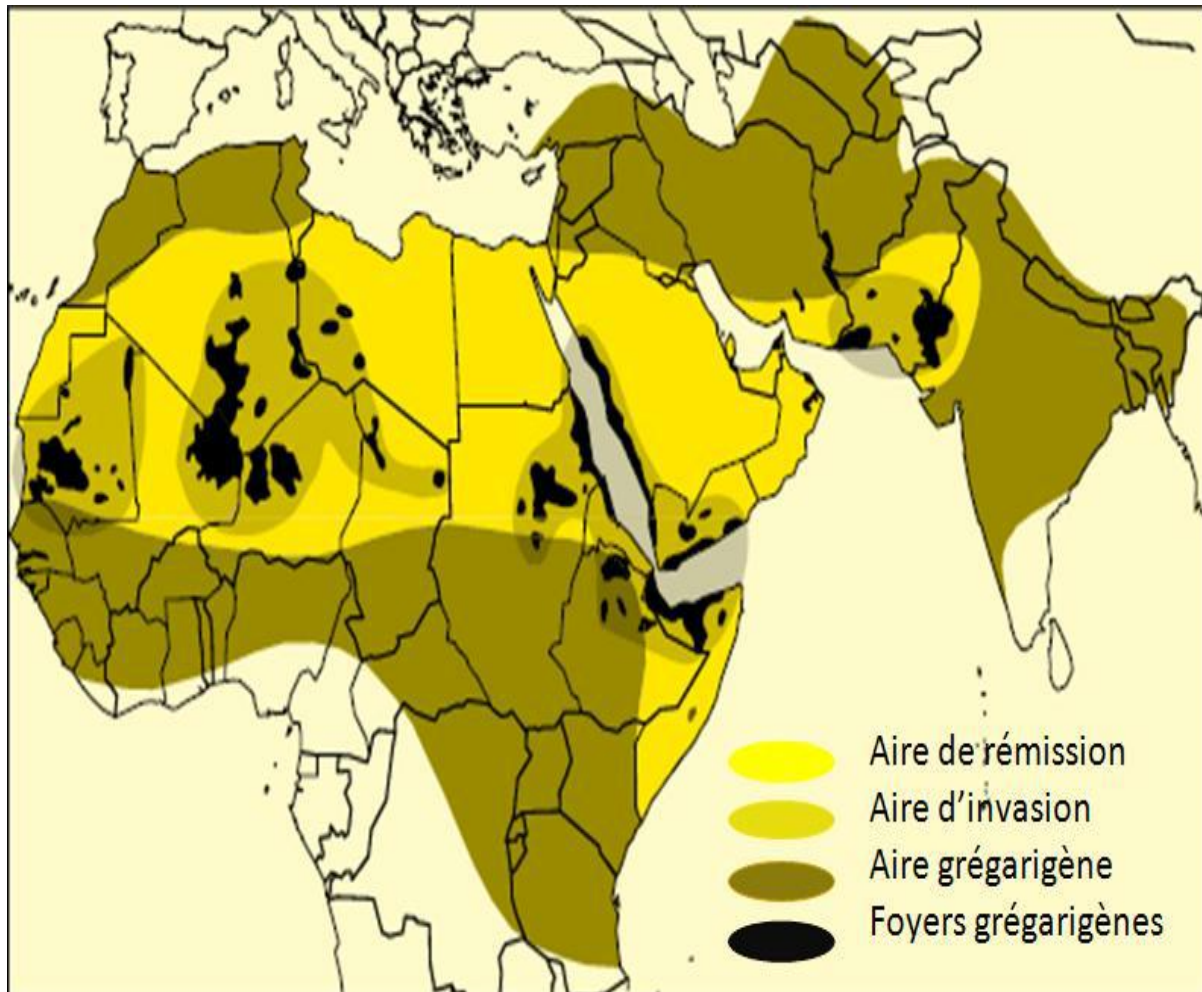


Fig. 6 Aire de distribution du *Schistocerca gregaria* au monde (FAO ,2004)

1.6 Dégâts :

Selon OULD EL HADJ, 2002. Les cultures constituent une cible toute indiquée pour les insectes phytophages nomades et migrants, entre autres les acridiens. Le potentiel de reproduction très élevé des acridiens leur permet une pullulation rapide dès qu'ils bénéficient de conditions écologiques propices à leur multiplication, en un lieu donné, ou en des lieux différents, qu'ils peuvent poursuivre au fur et à mesure de leur évolution

LECOQ et al. (2003) cité par KAIDI, 2004 mentionnent que les dégâts infligés par les acridiens aux cultures et aux pâturages sont de diverses natures :

- Prélèvement alimentaire sur les feuilles, les fleurs, les fruits, les semences, les jeunes écorces, les repousses et les plantules.

- Blessures des plantes consécutives aux morsures. Elles ont deux conséquences :

- Ouvrir une voie d'infection aux parasites et aux maladies végétales,
- Créer une lésion (section des vaisseaux appauvrissant la plante en sève) entraînant une destruction des tissus 5 à 10 fois plus importante que la prise de nourriture elle-même.
- Rupture des branches sous le poids des ailés posés en grand nombre,
- Souillure des surfaces foliaires par les déjections déposées. La photosynthèse en est perturbée.

D'après (SYMMONS, 2001) les populations larvaires peuvent périr faute de nourriture mais cela est rare.

LECOQ (2004), a noté que la lutte contre les invasions représente un coût élevé pour la communauté internationale et une menace pour l'environnement, OULD EL HADJ M. D. (2002) a mentionné que contre le criquet pèlerin, de gros efforts financiers nationaux et internationaux pour la surveillance, les prospections et la lutte sont déployés couramment dans le Sahara algérien.

1.7 LUTTE :

1.7.1 Lutte préventive :

L'objectif principal de la lutte préventive est d'altérer la tendance évolutive d'une situation acridienne avant d'en subir les effets néfastes (Launois-Luong *et al.*, 1988, Popov *et al.*, 1991). Elle reste essentiellement fondée pour les criquets, sur la surveillance des aires grégariques, en dehors des zones de culture, de façon à intervenir précocement et efficacement sur les premières concentrations de criquets et éviter une invasion généralisée, dont il est le cas des équipes de prospecteurs de L'INPV.

1.7.2 Lutte mécanique et culturale :

Les agriculteurs tentent d'employer des mesures de lutte culturales ou mécanique pour protéger leurs cultures des attaques de criquets. Ils ont comme seul recours d'utiliser des melhafa, ou tentes qui s'emploient lors d'invasion de faible importance (Algérie); ce sont des barrages mobiles et de plus petite dimension; constitués par une pièce de toile de 4m de

large sur 10 m de long. la toile est tenue verticalement par 3 ou 4 personnes ; sa moitié inférieure traîne sur le sol ; des rabatteurs munis de branches poussant le criquet sur la toile que l'on remplit alors vivement en 2 ; le bord inférieur venant s'appliquer sur le bord supérieur ; on étourdit les criquets emprisonnés ainsi dans la toile ; en secouant fortement celle-ci ; puis on les verse dans des sacs de réserve pour les détruire par la suite.

Pour lutter contre les œufs d'acridiens ; il faut savoir où elles ont été déposées dans nos pays ; c'est généralement les plantes herbeuses qui bordent les chemins ou des champs incultes.

En Algérie les criquets pondent leurs œufs ; soit sur les plateaux ; soit dans les lits des rivières desséchés (lafont, S.D). la destruction des oothèques s'obtient en labourant des terres sur 10 cm à 15 cm pour atteindre les pontes les plus profondes (Duranton et al.,1982,1987).

Les destructions des larves et des jeunes ailés se font par l'utilisation de l'appareil de Corsi. C'est une sorte de sac attaché à un cadre que l'on traîne avec des cordes ; pour recueillir les acridiens.

Depuis un temps très éloigné les indigènes du nord d'Afrique essayant de disperser les grands vols de criquets en produisant du vacarme de la fumée intense ou en tirant des coups de fusil (lafont ; S.D).

1.7.3 Lutte chimique :

La lutte chimique a largement contribué à éviter le pire, au cours des invasions, par l'utilisation de tout un arsenal d'insecticides de synthèse et de carbamates qui se sont révélés très efficaces contre le criquet pèlerin. Cependant cette méthode de lutte a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme et du bétail, la raréfaction de la faune auxiliaire. Selon LECOQ (2004a), Au cours de la campagne de lutte contre le criquet pèlerin de 2003-2005, 13 millions de litres de pesticides organophosphorés ont été pulvérisés sur à peu près la même surface en hectares réparties sur 22 pays. Par contre cette méthode est la plus utilisée. Elle consiste à s'attaquer aux ravageurs directement ou indirectement (par l'intermédiaire de la végétation) au moyen de substances actives, naturelles ou de synthèse pour les tuer ou les faire fuir. Ces substances actives peuvent agir par contact, par ingestion ou par inhalation. La lutte se fait par épandage des appâts empoisonnés, poudrage ou pulvérisation de pesticides tels que le malathion, le conbaryl, le fenitrothion....etc.

1.7.4 Lutte écologique

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

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

L'inconvénient de cette forme de lutte réside dans la difficulté de son application sur de vastes surfaces (DURANTON et *al.*, 1987).

1.7.5 Lutte biologique :

National Academy of Sciences des Etats-Unis a adopté en 1987 la définition de la lutte biologique comme étant toute utilisation d'organismes naturels ou modifiés génétiquement dans une lutte biologique, en vue de réduire les effets d'organismes indésirables, comme les plantes cultivées, les arbres, les animaux, les insectes et les microorganismes néfastes. Plusieurs luttés biologiques sont utilisées, nous citons essentiellement celles utilisées dans la lutte contre les acridiens nuisibles en général et *Schistocerca gregaria* en particulier. Le projet de lutte biologique contre les Locustes et les sautereaux a débuté en 1989 pour répondre aux préoccupations des régions arides et semi-arides (Regnault-Roger et *al.*, 2002). Il s'agit d'une lutte par l'utilisation d'organisme antagoniste du ravageur, qui peut être un animal (oiseau, poisson, insecte), dans la plupart des cas, c'est un insecte (Regnault-Roger et *al.*, 2005). Dans les conditions naturelles, les acridiens sont des hôtes pour les parasites ou de prédateurs à chacun de leur état de développement : embryon, larve, ailé.

Les microorganismes pathogènes sont les principaux acteurs dans cette lutte. Les principales souches utilisées sont des bactéries, des champignons et des virus ou des protozoaires. Ils infectent l'hôte en général par ingestion et possèdent une forme de résistance leur permettant de passer et de demeurer dans le milieu (sol, feuillage, litière).




L'agent pathogène se multiplie dans l'hôte et cause sa mort par destruction de tissu ou par septicémie, et parfois par l'émission d'une substance toxique (Lin et *al*, 2003).

Il y'a aussi La lutte à base d'extraits de plantes ou d'huiles essentielles de plantes présente plusieurs propriétés qui devraient leur permettre de s'inscrire dans des stratégies alternatives à




l'emploi des pesticides de synthèse et dans tout un programme de lutte intégrée. Les plantes aromatiques méditerranéennes synthétisent des terpènes et des polyphénols toxiques pour un large éventail d'insectes ; leur potentiel phytosanitaire a été souligné : certaines feuilles de plantes sont en effet riches en phytoecdysteroides Structuralement analogues aux hormones de mues des insectes (Marion et *al*, 2002). Actuellement, les huiles essentielles dans le domaine phytosanitaire se sont développées notamment au Nord américain. L'activité biologique s'exerce à plusieurs niveaux et limite le renouvellement des générations. Ainsi, il a été constaté que certaines huiles essentielles des végétaux à effet insecticide inhibent le cycle de reproduction chez les insectes (Weaver et *al*, 1991). Il existe une variabilité dans l'efficacité des huiles essentielles et de ses constituants allélochimiques qui est fonction non seulement du profil phytochimique de l'extrait végétal mais aussi de l'espèce entomologique considérée (Regnault-Roger, 2002).

2 Généralités sur les plantes testées sur les larves L5 du criquet pèlerin :

Tableau 2 : généralités sur les plantes

			
Nomination	<p><i>Aerva javanica</i> (Burm. f.) Juss.</p> <p>Nom tamahaq : témakarkezt Nom français : l’envahissante</p>	<p><i>Cassia italica</i> (MILL.)</p> <p>Nom tamahaq : agargar Nom français séné</p>	<p><i>Citrullus colocynthis</i> (L) (Schard, 1838).</p> <p>Nom tamahaq : Alkhad Nom français : coloquinte</p>
Systematique	<p>Classe: Magnoliopsida Ordre: caryophyllales Famille: Amaranthaceae Genre: <i>aerva</i></p>	<p>Classe: dicotylédones Ordre: rosales Famille: césalpiniaceae Genre: <i>cassia</i></p>	<p>Classe: Magnoliopsida Ordre: Violales Famille: cucurbitaceae Genre: <i>citrullus</i></p>

Description botanique	<p>Taille : 50 cm a 60cm</p> <p>Arbrisseau rameux à feuillage touffu d'une blancheur laineuse, provenant de poils crème, fins et denses qui recouvrent toutes les parties de la plante.</p> <p>Minuscules fleurs blanches veloutées en épi au sommet des tiges.</p> <p>Cette plante prend de la place et étouffe les autres plantes, quand elle pousse près d'une autre plante elle la met "à l'étroit" (témarkarkezt vient du mot tekrazt qui veut dire "étroit, plus de place")</p>	<p>Taille : De 1 à 2 m</p> <p>Arbre ressemblant à un arbrisseau car ses tiges sont souvent couchées. Porte des feuilles composées aux folioles obovales (deux fois plus longs que large). La base des folioles et des feuilles est orangée. Les feuilles portent deux stipules à leur base. Fleurs en courtes grappes de jaune vif à jaune pâle à gousses très aplaties et arquées devenant brun-noir à maturité. Les gousses sont munies d'une crête dentelée centrale. Les fleurs de <i>Cassia italica</i> sont plus grandes que celles de <i>Cassia lanceolata</i>, elles sont légèrement plus pâles et à maturité elles deviennent blanchâtre veinées de brun</p>	<p>Taille : 1 à 5 m</p> <p>Plante vivace. Toute la plante est hérissée de poils. Les tiges portent des vrilles à leur aisselle. Feuilles grandes, découpées.</p> <p>Fleurs jaunes à 5 pétales plus ou moins soudés, fleurs unisexuées, mâles à étamines soudées deux par deux. Les fruits sont sphériques à pulpe charnue, d'abord verts marbrés de blanc crème, ils deviennent couleur paille en séchant. Ils restent dans l'état sec longtemps sur la plante.</p>
Aire géographique	<p>Espèce soudano-deccanienne qui pousse toute l'année, commune dans tout le Sahara central et en Mauritanie</p>	<p>Commun dans tout le Sahara méridional et central. Origine soudano-décanienne.</p>	<p>originaires des soles arides, est très fréquente dans les régions tropicales humides ou modérément sèches.</p>

			
Nomination	<p><i>Fagonia arbica</i> L.</p> <p>Nom tamahaq : Ambarug Nom français : fagonia</p>	<p><i>Lawsonia inermis</i> L.</p> <p>Nom tamahaq : henna Nom français : henné</p>	<p><i>Morettia canescens</i> Boiss.</p> <p>Nom tamahaq : Aslagh Nom français : morettia</p>
	<p>Classe: magnoliopsida Ordre: sapinidales Famille: zygophyllaceae Genre: <i>fagonia</i></p>	<p>Classe: magnoliopsida Ordre: myrtales Famille: lythraceae Genre: <i>Lawsonia</i></p>	<p>Classe: Eudicots Ordre: Brassicales Famille: Brassicaceae Genre: <i>Morettia</i></p>

Description botanique	<p>Taille : de 20 à 30 cm</p> <p>Plante pérenne poussant en touffes aux tiges dressées. La plante agglutine le sable. Dans la variété viscidissima les feuilles ont toutes trois folioles, dans la variété Tilhoana, seules les feuilles inférieures portent trois folioles</p> <p>Capsules longues de plus de 5 mm, pédoncules plus longs ou aussi long que les capsules. Fleurs épanouies larges de plus de 8 mm, fortes épines de 3 à 4 cm</p>	<p>Taille : 1 à 2 m</p> <p>un petit arbuste au tronc gris-brun, aux branches anguleuses, les vieilles branches devenant épineuses.</p> <p>Les feuilles opposées ovales sont vert foncé, glabres, de forme oblongue ou elliptique pointue aux deux extrémités. Elles ont un court pétiole.</p> <p>Les fleurs parfumées sont réunies en long panicules, elles sont blanches à quatre pétales froissés et à quatre sépales persistant autour du fruit globuleux, d'abord rouge puis brun et s'ouvrant en quatre, le style restant persistant. Graines nombreuses.</p>	<p>Taille : 30 à 40 cm</p> <p>Plante désertique, rameuse, étoilée, blanchâtre, à indumentum étoilé. Feuilles ovales. Inflorescences en grappes allongées à siliques appliquées. Fleurs allant du blanc aux mauves très petites. Pétales linéaires. Siliques de 5-15mm, cylindriques, aigues au sommet, plus ou moins tronquées à la base, hispides. Valves saillantes intérieurement entre les graines et constituant des cloisons transversales incomplètes, graines uninerviées et aptères</p>
Aire géographique	<p>Assez rare au Sahara septentrional, plus répandu au Sahara méridional, fréquent au Sahara central sur terrain sablonneux. Espèce saharo-arabique.</p>	<p>Espèce cultivée et naturalisée dans les régions tropicales et subtropicales de l'Asie, de l'Afrique et de l'Australie</p>	<p>Espèce saharo-arabique commune dans le Sahara central et occidental.</p>

3. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont un groupe de molécules qui interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes-animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, comme agents allélopathiques ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (JUDD et al ; 2002).

En général, les termes, métabolites secondaires, xénobiotiques, facteurs antinutritionnels, sont utilisés pour déterminer ce groupe, il existe plus de 200.000 composés connus qui ont des effets antinutritionnels et toxiques chez les mammifères. Comme ces composés ont des effets toxiques, leur incorporation dans l'alimentation humaine peut être utile pour la prévention contre plusieurs maladies (cancer, maladies circulatoires, les infections viral...), car la différence entre toxicité et effet bénéfique est généralement soit dose ou structure- dépendant (MAKKAR, SIDDHURAJU et BECKER, 2007).

3.1 Les saponosides

Les saponosides constituent un vaste groupe d'hétérosides très fréquents chez les végétaux. Ils sont caractérisés par leurs propriétés tensioactives. Ils se dissolvent dans l'eau en formant des solutions moussantes. La plupart des saponosides présentent des propriétés hémolytiques. Les saponosides peuvent être classés en deux groupes selon la nature de leur génine: saponosides à génine stéroïdiques et saponosides à génine triterpéniques [Bruneton, 1999].

3.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires (Erlund, 2004). Ils constituent les pigments responsables des colorations jaune, orange, et rouge de différents organes végétaux (Havsteen, 2002). Les flavonoïdes sont rencontrés dans les fruits et les légumes, le thé et le café. Les flavonoïdes sont retrouvés également dans plusieurs plantes médicinales, des remèdes utilisés en médecine traditionnelle dans le monde (Di Carlo et al, 1999). Les flavonoïdes présentent plusieurs activités biologiques, dont l'activité la mieux décrite est leur activité antioxydante (Bors et al, 1997 ; Montoro et al, 2005) et leur capacité à piéger les radicaux libres.

3.3 Tanins

Utilisés depuis l'antiquité par l'homme pour le traitement des peaux d'animaux, les tanins ont une importance économique et écologique importante et sont responsables de l'astringence de nombreux fruits et légumes et des produits qui en sont dérivés (thé, vin ...). On peut considérer que les tanins sont des formes phénoliques condensées capables de se lier aux protéines en solution et de les précipiter (Macheix et al, 2005).

3.4 Les Alcaloïdes :

Les alcaloïdes représentent un groupe de métabolites secondaires très diversifiés retrouvés chez les organismes vivants, ils ont un large rang de types structuraux, de voies de biosynthèse et d'activités pharmacologiques. Les alcaloïdes sont des composés présents essentiellement chez les Angiospermes (peu nombreux chez les Monocotylédones et très répandus chez les Dicotylédones).

Ils sont exceptionnels chez les bactéries, assez rares chez les champignons, existent chez Les animaux et se trouvent également chez les organismes marins (les éponges) (Bruneton, 1999).

3.4 Les glycosides

Les glycosides sont des substances organiques complexes qui résultent de l'établissement d'une composante osidique et d'une composante non osidique (aglycone ou la génine) (Bruneton, 1993). Il existe un très grand nombre d'hétérosides végétaux. Certains sont très répandus tandis que l'existence d'autres est limitée à quelques centaines d'espèces ou même à un seul genre ou à une seule espèce (Guignard et al., 1985).

Matériels et méthodes

Objectif de l'étude :

- Evaluer l'effet insecticide des extraits de plantes figurant dans la liste des espèces végétales consommées par le criquet pèlerin au niveau du tube digestif des larves L5 du criquet pèlerin.
- Détecter les métabolites responsables de l'effet répulsif ou attractif de ces plantes vis-à-vis les individus de *Schistocerca gregaria*.

Notre travail a commencé en fin janvier 2017 jusqu'à juillet 2017 ; il a été réalisé au niveau

✚ de laboratoire du département d'Acridologie l'INPV HARRACH

✚ Et au niveau du laboratoire de cytologie CHU Parnet HUSSIN DEY.

1. Matériel

1.1. Matériel biologiques

1.1.1 Les criquets

Les criquets soumis à l'expérimentation sont issus des élevages de masse de laboratoire du département d'Acridologie de l'INPV ELHARRACH, élevés sur gazon frais complétementé avec du son.

Afin de connaître l'effet des extraits aqueux des six espèces végétales sur des larves L5 de *Schistocerca gregaria*, nos tests au laboratoire ont nécessité 21 individus de larves L5, qui ont fait l'objet des coupes histologiques du tube digestif, réalisées au niveau du laboratoire de cytologie CHU Parnet HUSSIN DEY.

1.2. Matériel végétal

1.2.1 Choix des plantes

L'exploitation des données bibliographiques portant sur l'étude du régime alimentaire de notre bio-agresseur nous a mené à définir six groupes d'espèces végétales consommées dont le degré de préférence est différent (GUENDOZ, 2010. MAHDJOUBI, 2017) Ce qui implique que notre choix des plantes appartenant aux différents groupes d'espèces

végétales était subjectif dans le but de donner une représentativité des échantillons; il s'agit donc de : *Aerva javanica* ; *Cassia italica* ; *Citrullus colocynthis* ; *Fagonia arabica* ; *Lawsonia inermis* ; *Morettia canescens*.

Ces espèces, provenant des formations végétales de différents étages bioclimatiques sahariens (altitude et latitude) ont été inventoriées selon une étude phytosociologique dans le but de caractériser les biotopes acridiens au Sahara algérien (MAHDJOURI *et al*, 2017). Ces communautés végétales n'ont subi aucun traitement insecticide ou fongicide et il fut procédé à une description phytosociologique détaillée (MAHDJOURI, 2017).

1.2 .2 Préparation des échantillons végétaux

Nous avons récolté le feuillage des échantillons des six plantes choisies début mai au cours des prospections printanières du département de lutte antiacridienne INPV, en choisissant sur la plante deux stades de feuilles : d'une part les premières feuilles âgées, d'autre part les nouvelles feuilles du printemps au sommet de la plante qui étaient en pleine croissance.

Le matériel végétal récolté fut immédiatement conservé sous emballage plastique scellé puis congelé à -15°C à l'obscurité, et Pour interpréter et compléter les résultats obtenus, une expérience complémentaire a été réalisée in vitro en comparant l'effet des extraits aqueux des plantes sur la structure du tube digestif des larves L5 après 04 jours de traitement.



a. *Cassia italica*

b. *Morettia canescens*

Fig. 7 plantes



Fig. 8 *Aerva javanica* (original ;2017)



A : gauche *Fagonia arabica*.

B : droite *citrullus colocynthis*

Fig. 9 plantes .

1.3. Matériel non biologique :

Le matériel non biologique est constitué de produits chimiques, des réactifs, des appareils et des verreries utilisées tout au long de la pratique.

2. Méthode :

2.1 Phytochimie :

L'étude phytochimique ou (le screening) est une étude qualitative permet de détecter différentes familles chimiques présentes dans les plantes par des réactions de coloration et de précipitation et des observations.

Pour pouvoir préparer les examens du screening des extraits aqueux des feuilles de plantes choisies, trois étapes ont été suivies à savoir : la séparation de feuilles, le séchage pendant 15 jours, et en fin le broyage. Ces tests sont ensuite effectués soit sur la poudre du broyat, soit sur l'infusé.



A. séparation des feuilles

B. broyage

Fig. 10

Tableau 3 : les étapes du screening chimiques

Les métabolites	Mode opératoire
Les alcaloïdes	<p>Introduire 1g de poudre végétale dans un tube à essai, ajouter 10ml d'acide sulfurique (10%).</p> <p>Agiter énergiquement pendant 2mn et filtrer, ajouter 2 gouttes du réactif de Dragendorff</p> <p>L'apparition d'un précipité rouge orangé après 24 heures indique la présence des alcaloïdes.</p>
Les polyphénols	<p>Les tests sur les flavonoïdes et les tanins sont réalisés sur l'infusé qui a été préparé comme suit :</p> <p>Mettre à infuser 5g de poudre végétale dans 50ml d'eau distillé bouillante, pendant 15mn puis filtrer.</p> <p>Rincer le résidu avec un peu d'eau distillée chaude pour obtenir 50 ml de filtrat.</p>
Les flavonoïdes :	<p>A 5ml de l'infusé ajouter 5ml de HCL et quelques petits fragments de tournure de MG, puis 1ml d'éthanol.</p> <p>L'apparition d'une coloration rouge orangé indique la présence des flavonoïdes.</p>
Les tanins	<p>A 5ml de l'infusé, ajouter goutte à goutte 1 ml de FeCl₃ (1%)</p> <p>Deux cas se présentent: apparition d'une coloration verdâtre : tanins catéchiques.</p> <p>apparition d'une coloration bleue noirâtre : tanins galliques.</p>

Les glucosides	Mettre 2 gouttes d'Acide sulfurique concentré sur une masse de poudre végétale. En présence de l'acide sulfurique la masse se colore en rouge brique, puis en violet.
Le mucilage	Introduire dans un tube à essai 1 ml de l'infusé, et ajouter 5 ml d'éthanol. Apparition d'un précipité floconneux.
Les saponosides	Introduire 5ml de l'infusé dans un tube à essai et agiter pendant 10 minutes Apparition d'une couche de mousse.

2.2 Extraction :

L'extraction aqueuse suit trois protocoles ; macération, infusion ou décoction, le but c'est de faire passer le maximum des principes actifs depuis la plante vers l'eau.

2.2.1 Macération :

Pour avoir un extrait aqueux au billet de la macération, il faut laisser la matière végétale en contact de l'eau froide durant quelques heures.

2.2.2 Infusion :

L'infusion consiste à mettre la plante dans l'eau bouillante, et de la laisser infuser pendant quelques minutes, cette méthode est utilisée dans la préparation de beaucoup de médicaments traditionnels, et même dans la préparation du thé.

2.2.3 Décoction :

La décoction permet d'extraire les principes actifs d'une plante en la faisant bouillir dans l'eau durant quelques minutes.

Dans notre étude nous avons réalisé l'extraction par décoction on a rajouté 10g de poudre dans 100 ml d'eau distillée maintenir jusqu'à l'ébullition puis filtrer. L'extrait obtenu c'est la solution mère. la même opération pour les 06 plantes.



Fig.11 préparation du décocté

2.3 Histologie :

L'objectif de cette étude est d'établir une comparaison entre le tube digestif des témoins avec ceux des traités afin de mettre en évidence les effets de nos 06 extraits de plantes sur la structure du tube digestif de *schistocerca gregaria* ; On a fait appel à la procédure suivante : On avait besoin de 21 individus ; on a fait 03 répétitions (03 individus) pour chaque extrait et 03 individus comme témoins.

2.3.1 Préparation des individus :

- Séparation des L4 pour attendre le jour du passage au L5 (mue).
- Nous avons pris une dilution de 1/4 de solution mère de chaque extrait.
- Au J(0) (le 1^{er} jour de l'apparition des L5) donc on les a laissés sans nourriture.
- Répartition des L5 dans des boîtes dont chacune comporte 03 individus.
- Au J(1) On a pulvérisation du gazon de chaque boîte avec un extrait différent.
- Observation des mortalités à partir du J(4)



Fig. 12 Traitement du gazon avec les extraits de plantes

2.3.2 Dissection :

L'incision se fait de la partie postérieure de l'abdomen vers la partie antérieure à l'aide des ciseaux ophtalmiques. La cuticule coupée est ensuite écartée et fixée sur un support de polyester par des épingles. Le tube digestif est dégagé délicatement de ses attaches et du corps gras de l'insecte et mis immédiatement dans le fixateur (formol).



Fig. 13 Dissection

2.3.3 Fixation :

C'est une étape essentielle et primordiale à l'étude histologique. Elle immobilise et conserve la structure cellulaire et tissulaire dans un état aussi proche que possible du vivant. Elle s'oppose aussi à l'autolyse des protéines en acidoamines sous l'action des enzymes cellulaires et protège contre les attaques bactériennes (Martoja et Martoja, 1967). Nous avons utilisé comme agent fixateur le Bouin aqueux qui a plusieurs avantages. Est un liquide fixateur topographique qui favorise l'observation de l'anatomie microscopique.

➤ Bouin aqueux :

- Acide picrique30ml
- Formol à 40%10ml
- Acide acétique cristallisable2ml



Fig. 14 Fixation des tubes digestifs (original ; 2017).

2.3.4 Inclusion :

L'inclusion n'est pas un simple enrobage, mais une véritable imprégnation du tissu afin d'éliminer les molécules d'eau des pièces fixées qui sont hydratées et les traiter par différents solvants dans un ordre croissant. La paraffine est le milieu d'inclusion le plus répandu, son intérêt est chimiquement neutre, soluble dans de nombreux solvants et facile à couper au rasoir. Le procédé d'inclusion comprend les étapes suivantes:

2.3.4.1 Déshydratation :

La Déshydratation est l'étape préliminaire avant l'imprégnation à la paraffine Elle a pour but d'éliminer totalement l'eau des tissus étudiés. Par conséquent, la pénétration de la paraffine sera facile car elle n'est pas miscible à l'eau. La déshydratation est achevée par deux bains de toluène ou bien un seul bain de butanol qui joue un rôle intermédiaire entre l'alcool et la paraffine. C'est un solvant organique soluble dans les deux composés.

2.3.4.2 Imprégnation à la paraffine :

L'imprégnation à la paraffine est effectuée dans une étuve réglée à 60° C (point de fusion de la paraffine). Les pièces anatomiques sont disposées dans un pilulier rempli d'un mélange de paraffine et de butanol pendant une heure, puis dans deux bains de paraffine pure d'une heure chacun. Lorsque l'imprégnation à chaud est terminée, les pièces sont mises en bloc.

2.3.4.3 Préparations des blocs :

Les blocs sont construits grâce à un moule formé de deux barres de LEUCKART agencées correctement sur plaque de verre. On verse la paraffine fondue, filtrée au préalable dans le moule, la pièce anatomique à inclure sortie du dernier bain de paraffine est mise dans le moule à l'aide d'une pince chauffée, elle sera orientée selon le plan de la coupe que l'on doit réaliser. Ce moule comportera une étiquette mentionnant les références de la pièce anatomique. L'opération doit être rapide dans le but d'éviter la formation de bulles d'air.



Fig. 15 Confection des blocs (original ; 2017).

2.3.5 Réalisation des coupes :

2.3.5.1 Microtomisation et étalement des coupes

Le bloc de paraffine obtenu est taillé à l'aide d'un scalpel, afin d'éliminer le surplus de paraffine qui entoure l'organe, le but est l'obtenir un trapèze dont les bases sont rigoureusement parallèles. Le bloc taillé est fixé sur le port objet. Les coupes sériées de 7 μm sont réalisées par le microtome. Les rubans des coupes sont étalés sur les lames propres avec l'eau gélatinée à 0.5%. L'ensemble lame plus coupes est disposé sur une plaque chauffante pour déplisser les rubans et laisser ensuite à l'air libre pendant 24h pour le séchage.



Fig. 16 Le microtome (original ; 2017).

2.3.5.2 Déparaffinage et réhydratation

Le déparaffinage consiste à éliminer le milieu d'inclusion. Les lames subissent ensuite la réhydratation qui consiste à effectuer dans un premier temps deux bains de toluène, puis six bains d'alcool éthylique décroissant (100°, 95°, 70°), enfin rinçage dans de l'eau distillée.

2.3.5.3 Coloration des coupes

La coloration permet de mettre en évidence les différents tissus formant l'organe en augmentant le contraste de différentes structures cellulaires. Dans notre étude nous avons utilisé deux colorations :

➤ Coloration de hématoxyline & éosine

Cette coloration permet de visualiser la morphologie des cellules (noyau et cytoplasme) afin de déterminer leur répartition, architecture et structure. C'est la plus simple des colorations « combinées » qui s'effectue avec 2 colorants: un colorant nucléaire « basique » hémateïne (bleu) un colorant cytoplasmique « acide » type éosine, orange G... (Rose orangé)

➤ Coloration de trichrome de Masson

La coloration trichrome de Masson est utilisée pour différencier les fibres de collagène et le tissu musculaire dans des coupes histologiques. Comme son nom l'indique, cette coloration associe trois colorants :

- un colorant nucléaire violet (hématoxyline)
- un colorant cytoplasmique rouge (fuchsine ponceau)
- un colorant des fibres de collagène vert (vert lumière)

Le vert lumière peut être remplacé par un colorant bleu, le bleu d'aniline. La différenciation des fibres de collagène est basée sur leur perméabilité. En effet, le colorant cytoplasmique acide va colorer en premier les éléments tissulaires acidophiles dont les fibres de collagène. Lors d'une incubation des coupes dans l'acide phosphomolybdique, les éléments tissulaires les moins perméables vont rester colorer en rouge alors que la liaison entre les fibres de collagène et le colorant va se rompre, laissant la place au vert lumière pour se fixer

2.3.5.4 Déshydratation et montage des coupes

Les lames colorées passent successivement dans les bains d'alcool croissant suivis de deux bains de toluène ; les coupes sont montées entre lame et lamelle au baume de Canada (gouttes). Une pression est exercée sur la lamelle au cours du montage pour chasser les bulles

d'air et éliminer l'excès de baume. Les montages sont conservés après séchage à l'air libre pour être ensuite observés sous microscope photonique. Les observations sont basées sur les indices suivants :

- ✓ Le noyau est coloré en rouge sombre.
- ✓ Le cytoplasme est coloré en rouge.
- ✓ Les fibres collagènes sont colorées en bleu intense.
- ✓ Chorion est coloré en rouge et bleu

Des photographies seront prises à l'aide d'un appareil photographique numérique.

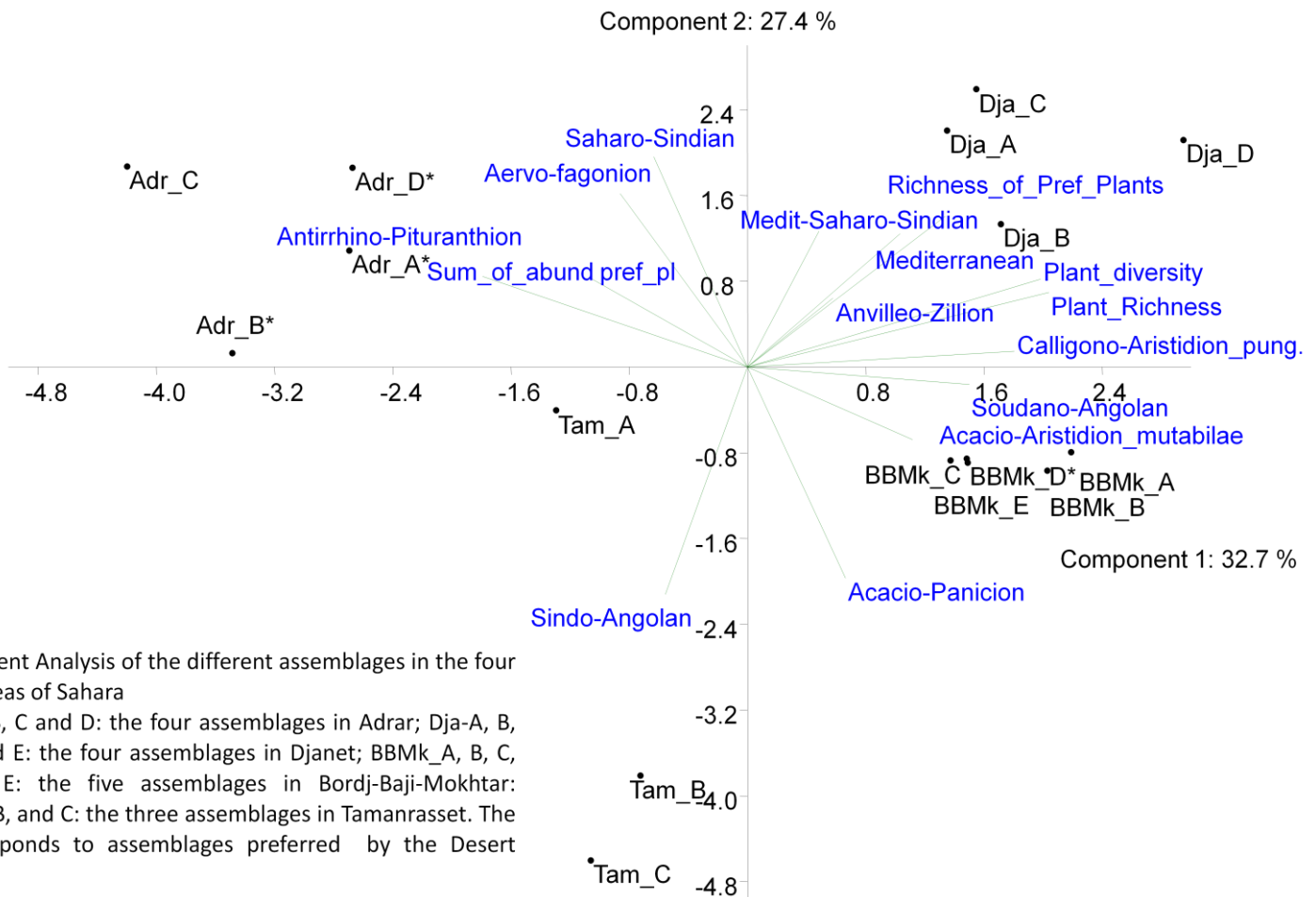
Résultats et discussion :

Résultat :

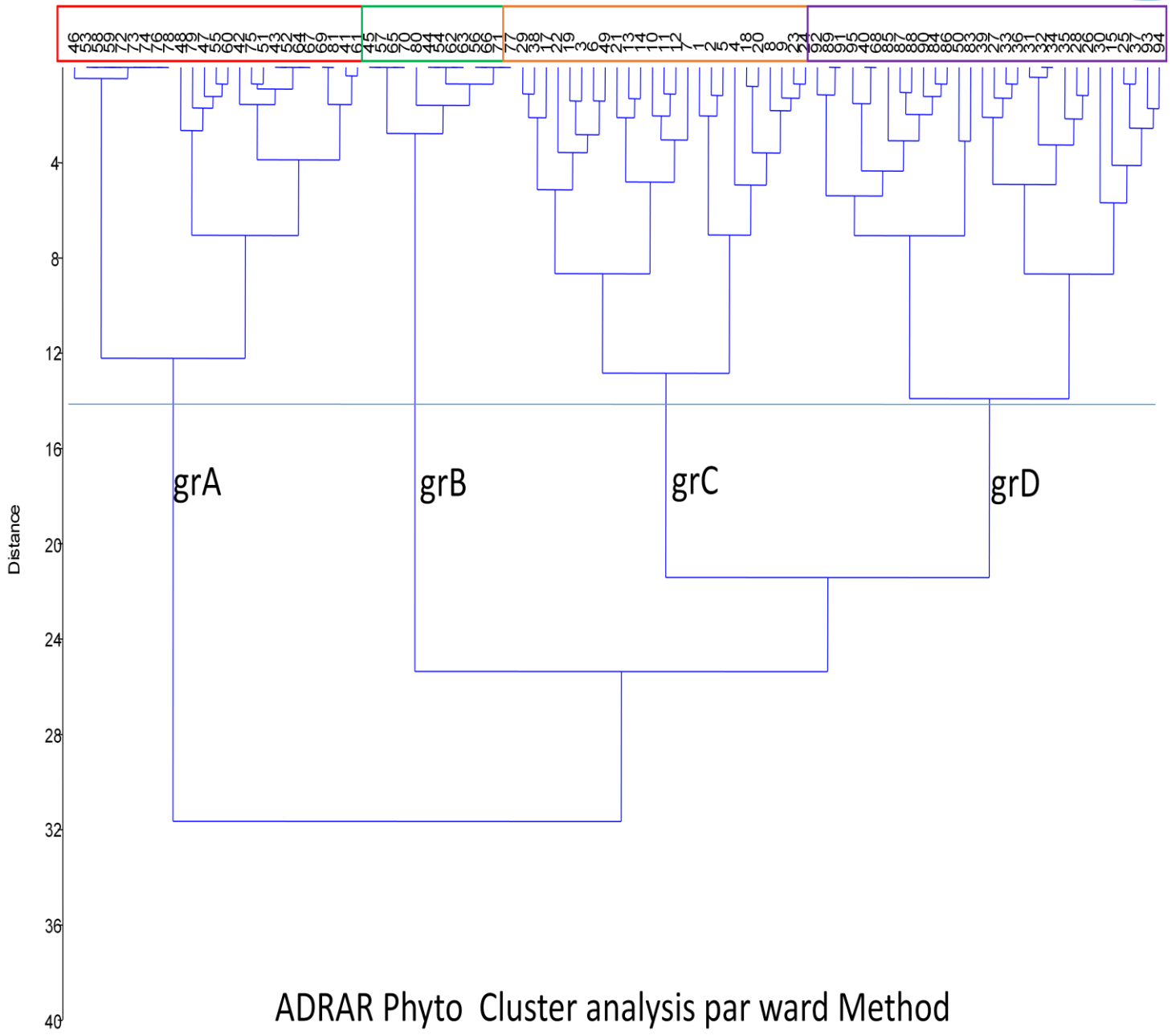
1. Analyse phytosociologique des biotopes acridiens de la région d'ADRAR :

Elle met en évidence les relations existantes entre les différents groupes de relevés définis par une ANOSIM (Simper) et les différents besoins écologiques du criquet pèlerin dans ces biotopes caractérisés par la nature du sol favorisant la reproduction et la nourriture en présence des espèces végétales préférées.

L'analyse de la structure floristique de cette région a montré l'existence de quatre grands groupes représentés par deux principaux ensembles d'espèces végétales à savoir ; l'Acacio-panicion et l'Aervo-fagonion avec des types biogéographiques : Liaison Sindo-angolane, Omni saharo-sindien, et saharo-sindien-occidental.



Component Analysis of the different assemblages in the four study areas of Sahara
 Adr_A, B, C and D: the four assemblages in Adrar; Dja-A, B, C, D, and E: the four assemblages in Djanet; BBMk_A, B, C, D, and E: the five assemblages in Bordj-Baji-Mokhtar; Tam_A, B, and C: the three assemblages in Tamanrasset. The * corresponds to assemblages preferred by the Desert Locust.



ADRAR Phyto Cluster analysis par ward Method

Cluster analysis

Groupe de relevés : A

Cet ensemble d'espèces végétales est présent au Sahara central et au Sahara septentrional. Ces espèces sont :

- Groupe A1 : *Acacia tortillis*, *Panicum turgidum*, *Psoralea plicata*, *Cotula cinerea*.
- Groupe A2 : *Cornulaca monacantha*, *Hyosciamus muticus*, *Aerva javanica*, *Schouwia thebaica*, *Citrulus colocynthis*, *Francoeuria undulata*, *Reseda villosa*, *Fagonia indica*, *Salsola*, *imbricata*.

Groupe de relevés : B

Représenté par :

- Groupe B1 *Acacia tortillis*, *Panicum turgidum*, *Psoralea plicata*, *Euphorbia granulata*, *Cotula cinerea*
- Groupe B2 *Cornulaca monacantha*, *Hyosciamus muticus*, *Citrulus colocynthis*, *Francoeuria undulata*, *Reseda villosa*, *Fagonia indica*.

Groupe de relevés C:

Caractérisé par deux principales formations :

- l'Acacio-panicion représentée par les espèces : *Acacia tortillis*, *Panicum turgidum*, *Psoralea plicata*, *Euphorbia granulata*, et *Cotula cinerea*,
- L'Aervo-fagonion, représentée par : *Hyosciamus muticus*, *Cornulaca monacantha* Delile, *Aerva javanica* (Burm.f.) Juss.

Selon GUENDOZ et al. (2010) ces espèces sont la plupart considérés comme plantes préférées pour le criquet pèlerin. Barry Celles (1981), mentionnent que ces espèces caractérisent les oueds des plaines sahariennes et l'espèce *Psoralea plicata* définit ces stations où le sol limono-argileux est recouvert d'un mince placage de sable. GUENDOZ et al. (2006) confirme que ces taxons caractérisent les zones d'écoulement et d'épandage des eaux de pluie où l'humidité du sol est plus ou moins élevée.

1.1 Préférences alimentaires du criquet pèlerin

A l'état solitaire ou en période de rémission, les individus du criquet présente un faible rythme d'exploitation de la nourriture disponible ; que ce soit dans des formations d'Acacio-panicion ou d'Aervo-fagonion (MAHDJOUBI ,2010).

Dans un biotope acridien, la flore disponible ne peut être considérée comme un facteur limitant, qu'après avoir analysé sa structure en espèces végétales qui la constituent, vu qu'elles ne sont pas toutes consommées et celles qui sont utilisées, selon l'espèce ou même le stade phénologique, ne sont pas toutes également favorables au développement ou à la reproduction. L'enjeu actuel est de comprendre le fonctionnement physiologique qui a fait que de nombreux insectes consomment préférentiellement selon leurs besoins nutritionnels des parties végétatives différentes d'une même plante (BEYER, 1979 ; WOODRING, CLIFFORD et BECKMAN, 1979), à titre d'exemple la maturation des graminées s'accompagne d'une mobilisation de la production végétale sous des formes difficilement exploitables pour les phytophages broyeur :

- Polymérisation des sucres sous forme indigestible par les criquets (cellulose).
- Stockage des sucres solubles dans la partie inférieure des entre-nœuds de la tige, à l'abri des gaines foliaires.
- Appauvrissement des feuilles en amidon, et protéines au profit des organes fructifères sous la protection des glumes (WATTE et BOYD. 1953 ; HEDIN, 1967 ; BUTLER et BAILEY, 1973). In KEMASSI

En face de conditions d'appauvrissement de l'aliment en substances primaires d'une part, et la présence des substances secondaires d'autre part l'insecte peut subir une limitation dans sa croissance même si la quantité de plantes est globalement élevée, ce qui implique que dans d'autres situations les acridiens développent des mécanismes adaptatifs qui compensent cette limitation des ressources en faisant modeler leur rythme de consommation en fonction de la richesse en azote de l'aliment (MATTSON, 1980).

2. Analyses phytochimiques :

Tableau 4 : résultats de la phytochimie

	<i>Aerva j.</i>	<i>Cassia i.</i>	<i>Citrullus c.</i>	<i>Fagonia a.</i>	<i>Morettia c.</i>	<i>Lawsonia i.</i>
Alcaloïdes	Précipitation Marron	Précipitation noire	Précipitation noire	Précipitation jaune	Précipitation marron	Précipitation orange
Flavonoïdes	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Tanins	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Bleu noirâtre
Glucosides	+	++	+	++++	-----	-----
Mucilages	-----	++	++	++++	++	++
Saponosides	+	-----	++	++++	++++	-----

---- absence +faible présence ++ moyenne présence ++++ forte présence

Les tests phytochimiques effectués sur les différents extraits des feuilles de nous six plantes révèlent :

- Présence de traces d'alcaloïdes et du tanin catéchique, et de moyenne présence de saponosides et faible présence de glucosides avec absence de flavonoïdes et de mucilage pour *Aerva j.*
- Présence de traces d'alcaloïdes et du tanin catéchique, et de moyenne présence de glucosides et de mucilage avec absence de saponosides pour *cassia i.*
- Présence de traces d'alcaloïdes et du tanin catéchique, et faible présence de glucosides et une moyenne présence de saponosides et de mucilage, absence de flavonoïdes. Pour *citrullus c.*
- Présence de traces d'alcaloïdes et du tanin catéchique, et forte présence de saponosides, glucosides et de saponosides avec absence de flavonoïdes pour *Fagonia a.*
- Présence de traces d'alcaloïdes et du tanin catéchique, et de moyenne présence de mucilage et forte présence de saponosides avec absence de glucosides pour *morettia c.*
- Présence de traces d'alcaloïdes et du tanin gallique, et de moyenne présence de mucilages et absence de flavonoïdes, glucosides et de saponosides pour *lawsonia i.*

Selon (DOUMANDJI M.B 2008) L'effet des extraits végétaux des feuilles d'olivier *Olea europea*, qui ne sont pas consommées par *L. migratoria* a montré une diminution de poids en plus de mortalité de 50% des lots traités. Ces feuilles ont un effet répulsif et anti-appétant pour le criquet migrateur. Des polyphénols totaux ont été extraits de ces feuilles, la pulvérisation de cette solution sur les feuilles de blé a provoqué une diminution du poids ainsi que la mortalité de 100% des individus ayant consommé le végétal traité. D'autres plantes ont été testées sur acridiens: *Azadirachta indica* le neem, *Melia azedarach* le mélia, *Nerium oleander* le laurier rose, *Sapindus utilis*, *Inula viscosa* l'inule visqueuse et *Salvia officinalis* la sauge. Ces végétaux présentés à l'état frais ou en extraits, se sont révélés acridifuges et acridicides. Ils inhibent la prise de nourriture et causent la mortalité des acridiens. De même L'effet de l'extrait brut d'un mélange d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera* a été étudié sur la survie des larves du cinquième stade et sur le développement ovarien du *Schistocerca gregaria*. Les résultats obtenus ont révélé chez les larves un taux de mortalité de 100% atteint au bout

Du 15ème jour du début du traitement. Par ailleurs, chez les adultes l'arrêt du développement ovarien a été observé et une absence de la maturité sexuelle, de plus l'aspect morphologique a montré une hyperexcitabilité interrompue par des moments d'immobilité, des tremblements des appendices et des segments abdominaux, une baisse du poids suite à une diminution de la prise de nourriture et une perte en eau sous forme de fèces humides et de transpiration. (K. ABBASSI et al 2004).

Cependant, la détermination de l'effet de chacun des métabolites secondaires séparément, nécessite une analyse approfondie des extraits testés, à l'exemple des techniques HPLC ,CCM, CPG afin de mieux connaître le degré de toxicité de ces molécules et prévoir des protocoles des expériences in vitro.

3. Effet de six plantes sur le Tube digestif de *S.gregaria* :

2.1 Chez les individus témoins

Chez cet acridien le tube digestif est divisé en trois parties bien distinctes : l'intestin antérieur ou Stomodeum, l'intestin moyen ou Mesenteron et l'intestin postérieur ou Proctodeum. Le premier et le dernier sont tous les deux doublés intérieurement d'une cuticule, mais l'intestin moyen est caractérisé par des cellules exposées librement.

Selon les coupes histologiques effectuées, nous pouvons dire qu'il n'y a pas des différences notables de point de vue anatomique du tube digestif entre les témoins et les traités.

Stomodeum

Après avoir coupé le tube digestif des individus témoins le Stomodeum apparait bien avec ces différentes parties qui sont de l'avant vers l'arrière l'œsophage, le jabot et gésier.

Où le jabot est formé d'un épithélium unistratifié cubique avec des noyaux arrondis. La musculature du jabot est constituée d'une couche de muscles circulaires externes bien développées qui entoure l'organe et des muscles longitudinaux internes. Le gésier présente de nombreuses petites villosités uniformes avec une large lumière et un épithélium unistratifié constitué de cellules cubiques avec des noyaux ronds. La musculature du gésier est constituée des muscles longitudinaux internes et de nombreuses couches de muscles circulaires externes

Mesenteron

Le Mesenteron comprend six caeca gastriques, entre l'intestin moyen et l'intestin postérieur s'insère de nombreux tubes de Malpighi.

Le Mesenteron du criquet pèlerin présente un épithélium pseudostratifié palissadique avec une bordure en brosse et des cellules de régénération situées à la base de l'épithélium. Les muscle sont très réduits, et formés d'une couche fine et circulaire interne et de quelques fibres longitudinales externes.

Les cæca gastriques présentent un épithélium unistratifié formant des villosités. La musculature est très réduite et composée d'une seule couche de muscles circulaires très fines (figure 18).

3.2 Chez les individus traités par six plantes

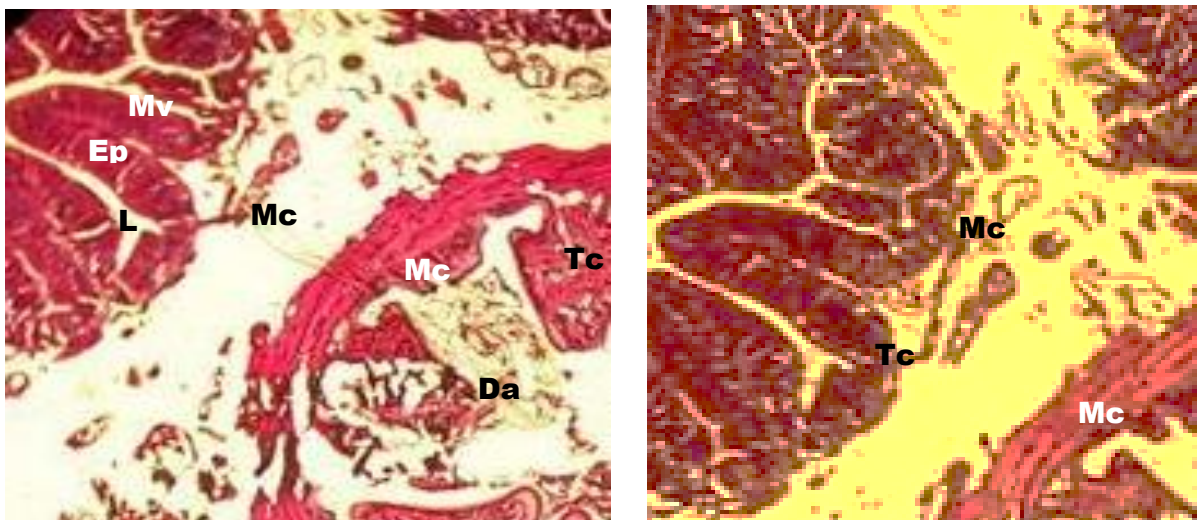
Stomodeum et proctodeum

Comparativement aux témoins les individus traités n'ont manifesté aucune différence notable au niveau de ces deux parties de tube digestif. Ceci est peut être lié à l'intima cuticulaire qui

tapisse l'intestin antérieur et postérieur qui protège ces deux régions de l'action des extraits de plantes.

Mesenteron

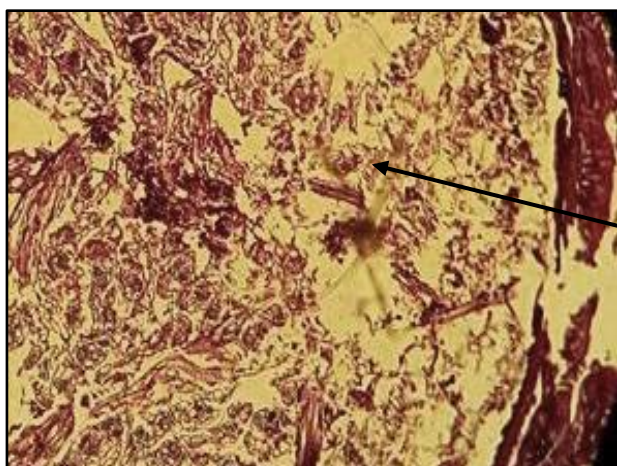
L'intestin moyen des criquets traités par six plantes testées présente un élargissement de la lumière intestinale (aerva et cassia) (figures 19 et 20) ont assisté aussi a une destruction des cellules épithéliales (morettia) (figure 24), un amincissement de la couche de muscle circulaire (citrillus et lawsonia) (figures 21 et 23) accompagné par un une détérioration de la microvillosité (fagonia) (figure 22).



Coloration trichrome de Masson GX10

Ep : épithélium intestinale, Tc : Tissu conjonctif, L : lumière intestinal, Mc : muscle circulaire,
Mv : Microvillosité, Da : Débris alimentaires

Fig. 18 : Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus témoins de *Schistocerca gregaria*

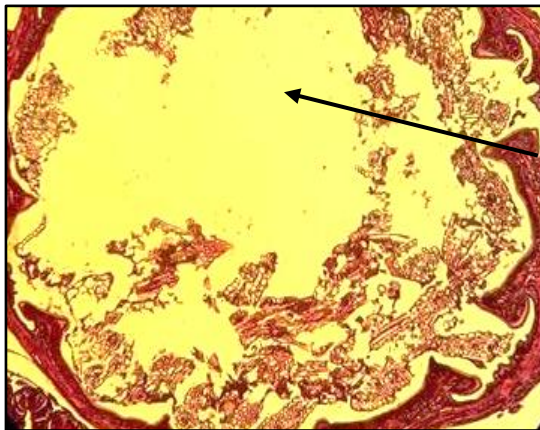


Elargissement de la
lumière intestinale



Coloration trichrome de Masson Gx10

Fig. 19 : Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de *Schistocerca gregaria* traités par *Aerva*

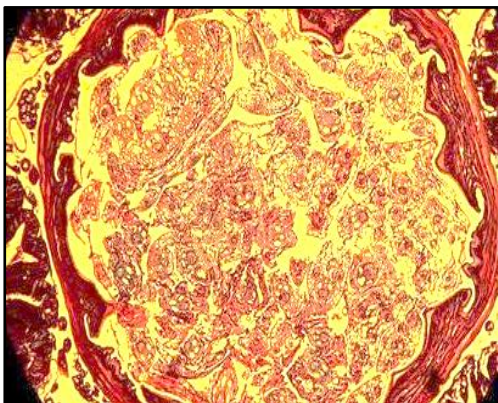


Elargissement de la lumière intestinale

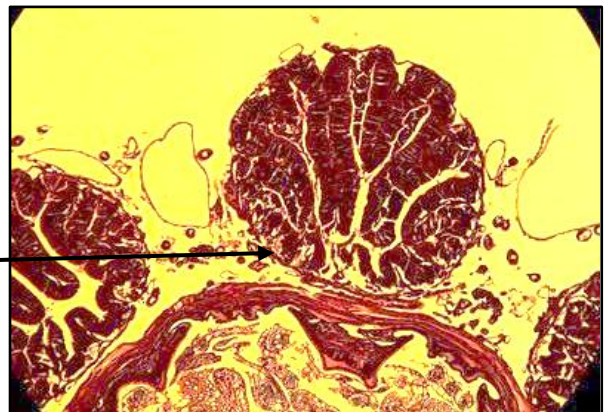


Coloration hématoxyline éosine Gx10

Fig. 20 : Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de *Schistocerca gregaria* traités par *Cassia*

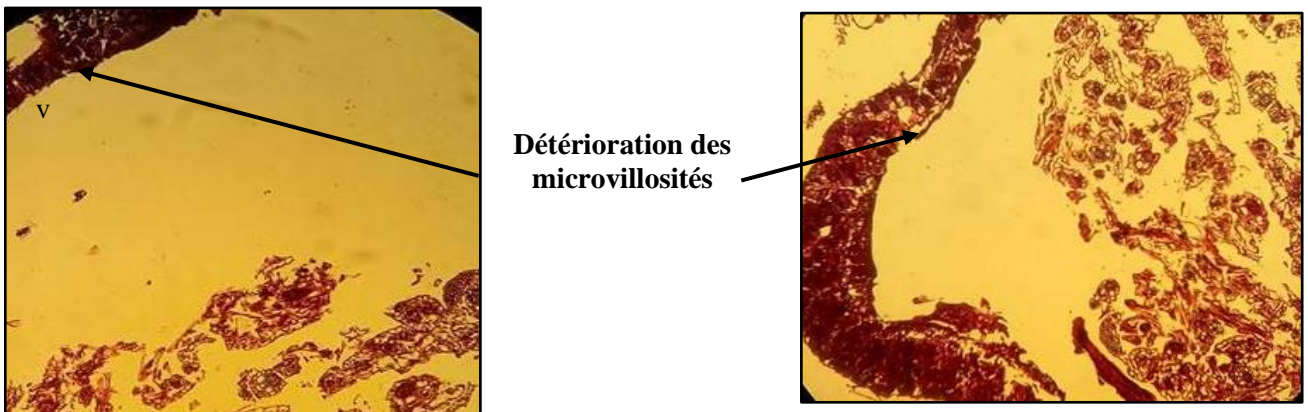


Amincissement de la musculature



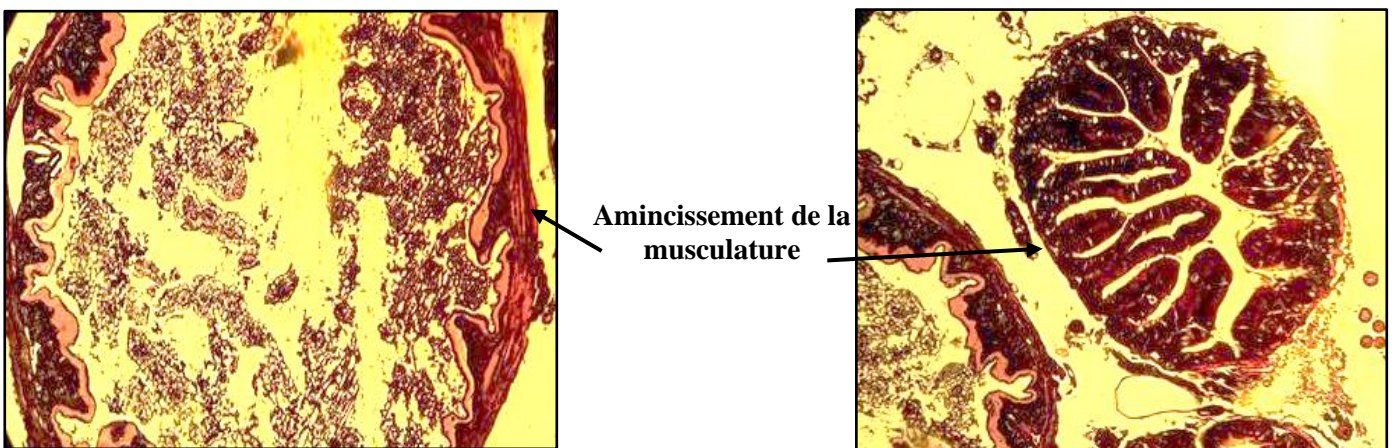
Coloration trichrome de Masson Gx10

Fig. 21: Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de *Schistocerca gregaria* traités par *Citrillus*.



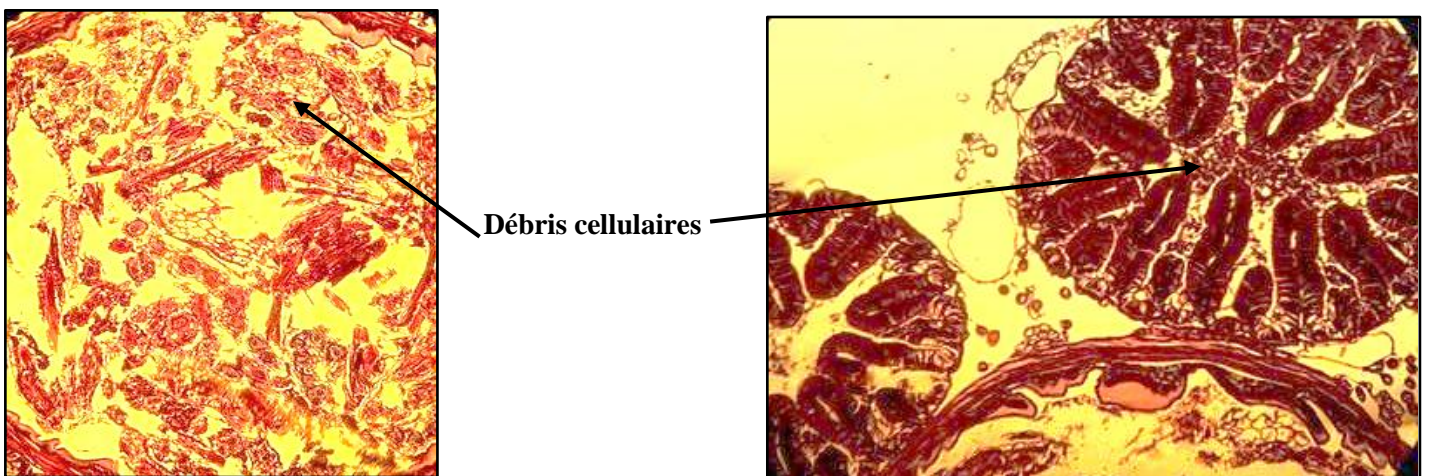
Coloration Trichrome de Masson Gx10

Fig. 22 : Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de *Schistocerca gregaria* traités par *Fagonia*



Coloration Trichrome de Masson Gx10

Fig. 23 : Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de *Schistocerca gregaria* traités par *Lawsonia*



Coloration trichrome de Masson Gx10

Fig. 24 : Coupes histologiques transversales au niveau du tube digestif des individus de *Schistocerca gregaria* traités par *Morettia*

L'alimentation larves du 5^{ème} stade, traitée avec les extrait aqueux des plantes choisies dans notre expérimentation provoque très vite une mortalité importante au sein des individus, le nombre d'individus traités décroissant avec le temps. Les survivants présentent un poids corporel faible.

En ce qui concerne les témoins, l'alimentation administrée n'entraîne aucun retard du développement : le passage du 5^{me} stade au stade imago s'est effectué chez 100% des témoins.

Les résultats de l'étude histologique au niveau du tube digestif des L5 sous l'effet des extraits des six plantes montrent que ces dernières se sont révélés toxiques pour toutes les

larves L5 en particulier *citrullus et lawsonia* dont le degré de amincissement de la musculatures été très élevé, quant à l'extrait de *Aerva et cassia* ont provoqué l'élargissement de la lumière intestinale. Ces analyses ont montré aussi que l'espèce *fagonia* appartenant au genre *arabica* révèle une action très toxique en dégradant la microvillosité.

L'espèce *morettia* a montré une faible activité biopesticide comparée aux autres plantes étudiées.

Nos observations étaient semblables chez les individus traités comme chez les témoins, les coupes présentent des débris alimentaires riches en plus de la membrane péritrophique qui était souvent présente. La coloration des coupes entre les témoins et les traités était différente. Les démentions de l'intestin étaient supérieures à celui des témoins ce qui est justifier l'hypothèse d'atrophie muscles circulaires.

En ce qui concerne les cellules de l'épithélium mésentéral des individus traités, l'aspect général montre une forme irrégulière détruite en plus des espacements anormalement important. Les grégaires *Apicomplexa* sont désorganisées et leur présence était inéquitablement répartie. Nous avons également observé des amincissements de musculature mésentérale pouvant engendrer des ulcérations chez les individus traités consistant en une rupture de l'épithélium.

4. Discussion des résultats avec d'autres travaux :

L'étude des coupes histologiques du mésentéron de *S. Gregaria* révèle un effet biocide toxique des plantes choisies figurant dans son régime alimentaire. Nos examens cytologiques présentent des concordances comparativement aux travaux antérieurs, citant (DRISSI HASSANI & J. H ERMAS, 2008) et (BISSAAD Fz., 2002). Les paramètres histologiques évalués dans cette étude montre que le mésentéron présente un amincissement de la musculature circulaire externe en plus de la destruction des cellules épithéliales chez les individus traités.

Ces extraits administrés en mélange avec l'alimentation présentent une différence de hauteur épithéliale et de condensation des coupes de mésentéron que nous avons observé entre les individus témoins et les individus traités, ce qui peut être très probablement liées aux métabolites secondaires produits par ces plantes (*Aerva j., cassia i., citrullus c., fagonia a., morettia c. et lawsonia i.*)

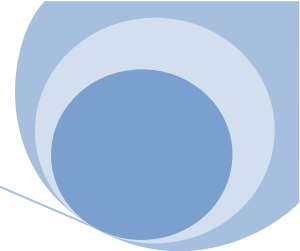
Les individus traités par l'extrait de *fagonia* montrent un nombre mineur de grégaires. Ces dernières ont été signalées comme ayant probablement un rôle symbiotique et n'affectant pas la survie des acridiens (Duranton et al., 1982), par ailleurs plusieurs chercheurs les considèrent comme parasites. Il est intéressant de soulever l'hypothèse pour confirmer si des ulcérations observées chez les individus traités, consistant en une rupture de l'épithélium, sont dues à des nécroses causées par la toxicité des extraits des plantes ou si ce sont les cavités laissées par les grégaires disparues. (DRISSI HASSANI & J. H. ERMAS, 2008).

L'absorption et l'assimilation constituent des fonctions vitales pour les larves L5 de *Schistocerca gregaria*. Nous pouvons supposer que ces activités sont limitées suite à l'effet du principe actif des extraits des plantes testées en affectant les cellules en inhibant l'absorption des métabolites, (DRISSI HASSANI & J. H. ERMAS, 2008) souligne que si ces expériences ne permettent pas d'évaluer l'absorption intestinale, l'absence d'assimilation est presque certaine car elle se répercute sur toutes les parties sensibles de l'animal: épithélium intestinal réduit, corps gras très réduits, en plus du têt de mortalité prévu après observation des blocs traités.

Des résultats antérieurs ont montré que ces plantes sont consommées (coefficient d'utilisation digestive élevé par rapport à une plante témoin) mais que l'efficacité de conversion corporelle était faible (OUTTAR, 2015). Ce déficit de conversion en substance corporelle chez les individus nourris (par rapport au témoin) est à rechercher dans sa teneur en substances secondaires, ce qui est cité par plusieurs auteurs comme facteur limitant le métabolisme des protéines chez les insectes (Ben Halima et al., 1984; Simpson, 1982) (DRISSI HASSANI & J. H. ERMAS, 2008) et serait probablement la cause de l'atrophie musculaire.

On peut également envisager une action sur le système nerveux et expliquer la distension de l'intestin par un manque de tonus nerveux; en effet les alcaloïdes des plantes testées sont connus pour agir sur le système nerveux central (Bruneton, 1987) (DRISSI HASSANI & J. H. ERMAS, 2008) La toxicité est surtout considérée comme un paramètre important lors de l'ingestion de la plante, localisée dans l'espace intestinale, il est fort probable que les métabolites bioactives des plantes mises en solution lors des processus digestifs affectent l'armature des cellules intestinales qui ne peuvent plus remplir leur rôle d'où une carence protéique et lipidique et mort de l'insecte. (OUTTAR, 2015).

Beaucoup de travaux similaires sont actuellement envisagés rentrant dans une stratégie de lutte antiacridienne à des retombées écologiques, le tout est planifié sous le contexte de lutte biologique qui vise à rechercher des moyens efficaces en jouant sur le paramètre toxicité des plantes non préférées ou acridifuges, ce dernier s'explique par le principe actif des molécules présentes dans le métabolite secondaires de ces taxons végétaux. La démarche scientifique est basée donc sur la capacité de détruire les cellules mesentérales du criquet pèlerin par ces molécules bioactives et l'exploitation et la biosynthèse du principe actif naturellement existant.



Conclusion générale

A l'heure actuelle, la mise au point d'un biopesticide à base des molécules bioactives constitue un axe de recherche prioritaire dans le domaine de lutte contre les locustes. Ces métabolites ont la capacité de provoquer des altérations et des destructions de cellules épithéliales chez les individus de *Schistocerca gregaria*, possédant une activité acaricide spécifique.

Les résultats de la présente étude portant sur l'évaluation du pouvoir répulsif et toxique de six espèces spontanées (*Aerva j.*, *cassia i.*, *citrullus c.*, *fagonia a.*, *morettia c.* et *lawsonia i.*), révèlent que ces espèces végétales présentent des potentialités et pourraient être utilisées et exploitées avec succès pour la gestion de la lutte antiacridienne. Les métabolites secondaires détectés pour la plupart par des plantes testées sont classés dans la liste de molécules qui entraînent des pertes considérables sur le rendement et la qualité de l'alimentation des locustes et qui sont dans la plupart des cas toxiques et atteignent plusieurs sites, par voie multiples (Guendouz 2011).

A l'origine cette démarche visait la réduction du nombre d'intervention avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent le développement des biopesticides d'origines végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la lutte antiacridienne car ses conséquences écotoxicologiques plus contraignantes mènent à une augmentation importante des coûts de développement de nouveaux produits aux rapports existants entre les locustes et leur environnement.

Les effets toxiques des extraits aqueux sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* ont montré à échelle histologique pratiquée au niveau de l'intestin moyen que ce dernier présente une réduction de la musculature circulaire externe entraînant un relâchement de l'intestin et une atrophie de la muqueuse intestinale qui présente un épithélium réduit. L'épithélium mésentéral présente des signes de nécrose cellulaire.

Cette démarche constitue une première initiative dans la recherche de molécules acricides d'origine végétale, elle mérite d'être poursuivie par des études plus approfondies pour confirmer leurs activités. Il serait intéressant de tester l'activité de ces extraits sur d'autres espèces nuisibles ravageurs en particulier ceux listés de quarantaine qui constituent des organismes très redoutables comme par exemples *Dauciostaurus marocanus* et *Locusta migratoria*. Il serait aussi d'intérêt de caractériser les molécules existantes chez chaque espèce végétale étudiée afin de les formuler et les utiliser comme produits stables.

Conclusion générale

En conséquence, de nouveaux produits d'origine végétale sont de plus en plus recherchés pour, d'une part, assurer une protection antiacridienne, d'autre part, contribuer au développement d'une agriculture durable (Meftah et al., 2017).

Introduction générale

Chapitre 1 :

Synthèse bibliographique

Chapitre 2 :

Matériel et méthode

Chapitre 3 :

Résultats & discussions

Conclusion générale

Références bibliographiques

1. **Allal-benfkih L.**, 2006- Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta Migratoria* (Orth .Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse doc. Scie. Agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, et univ. De limoge France, 150p.
2. **Anonyme**, 1996 – Deux fléaux au sahel. *Lettre d'information*, Ed. SAS. CIRAD. PRIFACE., Montpellier, (3), 4p.
3. **Attou A.**, 2011-Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Ruta chalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent.
4. **Ayad R.**, 2008- Recherche et Détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce : *ZYGOPHYLLUM CORNUTUM* (*ZYGOPHYLLACEAE*). Mém. Mag. En phytochimie, univ. Mentouri de Constantine. 124p.
5. **Azzi R.**, 2013- Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien : enquête ethnopharmacologique ; Analyse pharmaco-toxicologique de Figuier (*Ficus carica*) et de coloquinte (*Citrullus colocynthis*) chez le rat Wistar. Thèse doc. Biochimie S.N.V. Univ. Abou beker Belkaid Tlemcen.214p.
6. **Badiaga M.**, 2012-Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia Smith*, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Thèse doc. Chimie organique, Univ. de Bamako 184p.
7. **Bashige Chiribagula V.**, 2013- contribution à l'étude ethnobotanique, chimique et biologique de quelques plantes réputées antipaludiques dans la ville de Lubumbashi. Mém. Pharmacie. Kongo, 81p.
8. **Batista Rayanne S. de A.**, De Medeiros Francinalva D., Fernandes Felipe H.A., Medeiros Ana C.D., and Santos Fabio S., 2015- Development of a rapid and simple HPLC-UV method for determination of gallic acid in *Schinopsis brasiliensis*. Revista Brasileira de Farmacognosia ,208–211 pp.
9. **Benhamouda M.E.H., Doumandji M.B., Duranton J.F. et Guendouz B.A.**, 2010 - Régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) à l'état solitaire dans quelques biotopes du Sud algérien. Journal of Orthoptera Research, 19 (1) .7-14pp.
10. **Benkenana N.**, 2006- analyse biosystématique, écologique et quelques aspects de la biologie des espèces acridiennes d'importance économiques dans la région de Constantine, Algérie. Mém. Mag. S.N.V. Univ. Mentouri Constantine, 196p.

11. **Bernays E. A. And Chapman R. F., 1994.-** *Host plant selection by phytophagous insects.* Chapman & Hall, New York, 687 p.
12. **Bezaze Gh., 2006 –** effet de quatre extraits aqueux végétaux sur la biologie de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mém. Ing. D'état scie. Agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 84p.
13. **Bezaze Gh., 2011-** effet du laurier rose (*nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*locusta migratoria*) (*acrididae oedipodinae*). Mém. Mag. Scie. Agro. E.N.S.A. el Harrach Alger, 148p.
14. **Bissaad F.Z., 1998 –** Etude de l'activité biologique de *Beauveria bassiana* sur *Schistocerca gregaria* (*Orthoptera, Acrididae*). Efficacité et effet sur la respiration et le rythme cardiaque de cet acridien. Mém Ing. agro. Inst. nati. agro. El Harrach, a. 94 p.
15. **Bissaad F.Z., 2002 –** Etude comparative de l'effet du fipronil et d'un entomopathogène *Beauveria bassiana* Bals. sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera, Acrididae*). Thèse Magister Sci. Agro., Inst. nati. agro. El-Harrach, 112 p.
16. **Bors W., Michel C., Stettmaier K., 1997-** Antioxydant effects of flavonoids. Biofactors. N : 6 : 399 – 402.
17. **Bouaichi A., Idrissi hassani L. M. et Ouled Ahmadou L.M., 2001 -** Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinuslotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forskål (*Orthoptera, Acrididae*). Zool. baetica, 12: 109-117pp.
18. **Bouzaoui Kh., 2012-** toxicité aiguë et effet hypoglycémiant d'alcaloïdes totaux extraits des graines de coloquinte (*Citrullus colocynthis*) chez les rats wistar. Mém. Mas. biochimie S.N.V. Univ. Abou beker Belkaid Tlemcen.78p.
19. **Bouziane M., 2002 -** Caractérisation structurale de quelques molécules organiques dans la plante : *Cotula cinerea* de la région de Ouargla. Mém. Mag. Chimie organique appliquée. Univ. Ouargla. 53p.
20. **Bruneton J., 1999-** Pharmacognosie: phytochimie et plantes médicinales, 3e édition. Tec et Doc Lavoisier, Paris. 310-340 pp.
21. **Bruneton J., 2005-** Plantes toxiques : végétaux dangereux pour l'homme et les animaux, 3^e édition. Ed Tec et Doc Lavoisier, Paris.

22. **Cesar N.-L.**, 2007- ÉTUDE DE LA PHYTOCHIMIE ET DES ACTIVITÉS BIOLOGIQUES DE DEUX PLANTES UTILISÉES EN MÉDECINE TRADITIONNELLE GABONAISE : *Terminalia catappa* L. (COMBRETACEAE) ET *Kalanchoe crenata* (Andr.) Haw. (CRASSULACEAE). Thèse. Doc. Faculté de médecine. Univ. BAMAKO. Mali. 179p.
23. **Coutin R. et Hogrel R.**, le criquet migrateur africain. fiche technique. 18-20pp
24. **Chahbar M.**, 2012 - Biodiversité orthoptérologique et indice morphométrique de *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) et *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758). Mém. Ing. D'état Inst. Nati. Agro., El Harrach, 120p.
25. **Cheriyedath S.**, Chromatographie Liquide de Haute Performance (HPLC) News-Medical.net - An AZoNetwork Site.
26. **Chouiha S.**, 2016 - Etude phytochimique et activités biologiques des extraits du henné *Lawsonia inermis* L., P.F.E., S.N.V., Univ. Saad dahleb Blida, 80p.
27. **Dehak K.**, 2013- Méthodes d'extraction et de séparation des substances naturelles. Doc. Chimie. Univ. Kasdi Merbah Ouargla. 22p.
28. **Di Carlo G., Mascolo N., Izzo A.A., Capasso F.**, 1999- Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sci*, **65**(4), 337-53.
29. **Dupont F. et Guignard J.-L.**, 2015- botanique, les familles de plantes. 16^e Ed Elsevier Masson 230-233pp.
30. **Durantou J.F., Launois M., Launois -Luong M.H. et Lecoq M.**, 1982- Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. *Groupement d'Étude et des Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale (G.E.R.D.A.T.)*, Paris, vol.2, 1496 p.
31. **Durantou J.F. Et Lecoq M.**, 1990 – *Criquet pèlerin au Sahel*. Ed. Cirad/Prifas, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°6', Montpellier, 83p.
32. **Erlund I.**, 2004- Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability and epidemiology. *Nutr Res.* ; 24 : 851 – 74.
33. **FEENY P. 1976.**- *Plant apparency and chemical defense*. Ed. Plenum Press, New York: 1-40.
34. **Feknous S., Mohamed said R. et Saidi F.**, 2014- Extraction, caractérisation et identification de quelques métabolites secondaires actifs de la mélisse (*Melissa officinalis* L.). Revue « Nature & Technologie ». A- Sciences fondamentales et Engineering, n° 11. 7-13pp.

35. **Fitzgerald T.D., 1995.-** *The Tent Caterpillars*. Cornell., University Press, Ithaca, New York, 680 p.
36. **Fortin M., 1994.-** *Les stress environnementaux: effets indirects sur la biologie et le comportement alimentaire de la livrée des forêts (Malacosoma dissrria Hbn.)*. MSc, UQAM, Montréal, 182 p.
37. **Gouvenel J.-P., 2007-**Techniques et méthodes d'extraction des composés actifs de la plante *Terrestris Tribulus L.* rapport de stage. 64P.
38. **Gross R., Manteghetti M., Nmila R., Petit P., Rchid H., Ribes G., Sauvaire Y. Et Tijane M., 2002-** Mise en évidence d'un effet insulino-stimulant de fractions de graines de coloquinte (*Citrullus colocynthis L. Schrader*). Artic. Biologie & Santé vol. 2, n° 2, Maroc, 88-99pp.
39. **Hamadi K., 2015-** Bioécologie de la faune orthoptérologique dans quelques localités en Algérie. Etude biosystématique et physio-histologique de quelques genres d'intérêt agronomique : *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) et *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804). Thèse Doc. Scie. agro. E.N.S.A. el Harrach ,195p.
40. **HASSEL M. P. and SOUTHWOOD T. R. E. 1978.-** Foraging strategies of insects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 9: 75-98.
41. **Havsteen BH., 2002-** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol Therap.* ; 96 : 67 - 202.
42. **Hemour S., 2009 –** effet de biopesticides « green muscle » (*metarizhium anisopliae* var *acidum* IMI 330189) sur la reproduction du criquet pèlerin *schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*acrididae, cyrtacanthacridinae*) en conditions contrôlées. Thèse mag, Ecole. Nati. Agro., El Harrach, 127p.
43. **Houël E., 2007-** Présentation des outils du laboratoire: les techniques chromatographiques. CHROMATOGRAPHIE LIQUIDE HAUTE PERFORMANCE (HPLC) & CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE (GC). 26p.
44. **Irzagh A., 2013 –** Bioécologie des populations du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) (ORTHOPTERA, ACRIDIDAE) dans le sud algérien. Mém. Mag. Sci. Agr. Univ. Saad Dahleb Blida, 135p.
45. **Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A. Et Stevens P.;** 2002; Botanique Systématique: une perspective phylogénétique; Ed 1: DEBOECK; p: 84-336.

46. **Kaidi N.**, 2004 - *Effet de la température et des milieux de culture sur Beauveria bassiana* Bals. (Hyphomycètes, Deuteromycotina). *Activité biologique de cet entomopathogène vis-à-vis des imagos de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae) et de Locusta migratoria (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae)*. Mém. Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 115 p.
47. **Kemassi A., Guendouz-Benrima A. et Alla-Benfekih L.**, 2007 – Distribution spatio-temporelle et état phasaire de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) et de *Locusta migratoria* (Linne, 1758) (Orthoptera, Acrididae) dans les périmètres irrigués sous pivot dans la région d'Ouargla. *Actes des journées internationales sur la zoologie agricole et forestière*, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, pp : 13-31
48. **Kemassi A.**, 2008- Toxicité comparée 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. Scie. Agr. Univ. KASDI MERBAH OUARGLA, 165p.
49. **Kemassi A.**, 2014 -Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). thèse doctorat Scie. Bio. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 242p.
50. **Launois-Luong M.H., Launois M. et Rachadi T.**, 1988 - *La lutte chimique contre les criquets du Sahel*. Minist.Aff. Etrang.Pays Bas et CIRAD-PRIFAS, Coll.Acrid.Opérat., n°3, 62p.
51. **Launois-Luong M.H. et Lecoq M.**, 1989 - *Vade-mecum des Criquets du Sahel*. C.I.R.A.D-PRIFAS, Pays Bas, 5,125p.
52. **Lazar M.**, 2015 - La dynamique des populations du criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk. 1775) dans ses aires grégarigènes du sud algérien. Apport des données historiques et satellitaires pour améliorer la prévision des pullulations. Thèse doc. Scie. Agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 171p.
53. **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. Conférence présentée lors du 8ème congrès arabe de protection des plantes, El Beida : 1 - 8 p.

54. **Lecoq M., Wilps H. Et Zelazny B.**, 2003 – *LOCUST LITERATURE*. ED. ISPI PEST-DIRECTORY LOCUST, GTZ, CIRAD, FAO.
55. **Ledoux A., Gallé J-B., Nicolas J-P et Groeber S.**, 2015- Quelques plantes employées dans le Sud- Ouest de Madagascar Ethnobotanique / Monographies scientifiques. Ed. jardins du monde, France 165P.
56. **Leveille M.H.**, 1892-le monde des plantes. revue mensuelle de botanique, tome 1, Ed : les mans. 248P.
57. **Luong-Skormand M.H., Rachadi T. Et Lecoq M.**, 1999- *La lutte contre les criquets ravageurs : l'intérêt des mycopesticides*. Ed. Cirad-Amis-Programme Protection des cultures, n°19, Paris. 49-52pp.
58. **Macheix J-J, Fleuriet A, Jay-Allemand C.**, 2005 -Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Suisse : Lausanne ; Presses polytechniques et universitaires Romandes.
59. **Magor J.I.**, 1993 - Le Criquet pèlerin : dynamiques des populations. Lutte contre le Criquet pèlerin par les techniques existantes, 'évaluation des stratégies' *Compte-rendu du séminaire de Wageningen Pays Bas 6-11 décembre 1993*, pp.11-17.
60. **Mahdjoubi Dj.**, 2009-autoécologie du criquet pèlerin *schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) (Orthoptera, acrididae) dans le sud algérien. Mém.Mag.Sci.agr.Univ. Saad Dahleb Blida, 160p.
61. **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. Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.
62. **Makkar H.P.S., Siddhuraju P. Et Becker K.**; 2007; Plant Secondary Metabolites, Methods in Molecular Biology 393; Ed: HUMANA PRESS; p: 67-111.
63. **Martoja R. Et Martoja M.**, 1967- *Initiation aux techniques de l'histologie animale*. Ed. Masson et Cie, Paris Vol. V, 331p.
64. **Mesbahi Z.**, 2011 - Bioactivité des extraits foliaires de *Pergularia tomentosa* L. (*Asclepiadaceae*) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera-Acrididae*). PFE Ing. D'état scie. Agro. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 71p.
65. **Mezouar D.**, 2013-Recherche d'activités biologiques de *Berberis vulgaris*. Mém. Mag. S.N.V. Univ. Abou Bekr Belkaïd. 122p.

66. **Mohamedi Z.**, 2013- Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse doc. Biologie B.M.C. Univ. Abou beker Belkaid Tlemcen.170p.
67. **Montoro P, Braca A, Pizza C.**, 2005- Structure – antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. Food Chem. ; 92 : 349 – 55.
68. **Morel S.**, 2011 -Etude phytochimique et évaluation biologique de *Derris ferruginea* Benth. (Fabaceae). Thèse. Doc. Chimie des biomolécules. Univ. Angers France. 266p.
69. **Nahal Boudërba N.**, 2016- Etude ethnobotanique, écologique et activités biologiques de la coloquinte (*Citrullus colocynthis.L*) et du contenu floristique de la région de Béchar. Thèse doc. S.N.V. Univ. Mustapha Stambouli-Mascara. 196p.
70. **Nykiema R.**, 1993 -CONTRIBUTION A L'ETUDE DES ACTIVITES PURGATIVE ET ABORTIVE DE *Cassia italica* (MILL.) LAM. (CAESALPINIACEAE R.BR.). thèse doc. Vétérinaire, E. I. S. M.V., univ. Chiekh Anta DIOP DAKAR. 127p.
71. **Ould Elhadj M.D.**, 2002- Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. Science et changements planétaires / Sécheresse 13 : 37-42.
72. **Ould El Hadj M.D.**, 2004 - *le problème acridien au sahara Algerien*. Thèse doctorat, Inst. Nat. Agro., EL Harrach, 238p.
73. **Oumar S.**, de la technologie de l'extraction des alcaloïdes, 135- 138pp.
74. **Outtar F.**, 2009- Effet de deux entomopathogènes, *Beauveria bassiana* Bals. Et *Metarhizium anisopliae var acridum* Metch. (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur l'état embryonnaire du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae). Mém. Ing. d'état scie. Agro. Inst. Nati. Agro. El Harrach Alger, 119p.
75. **OZENDA P.**, 1991.- *Flore et végétation du Sahara*. Ed. CNRS, 3ème édition augmentée, Paris: 662 p.
76. **Popov G.B., Duranton J.F. et Gigault J.**, 1991 - *Etude écologique des biotopes du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) en Afrique du Nord Occidentale*. Coo.Dev.ONU, CCE, Cent.Coo.Inter rech.Agro.Dev.343p.
77. **Sahraoui W.**, les alcaloïdes, Laboratoire de Pharmacognosie, 7p.
78. **Symmons P.M., et Cressman K.**, 2001- directives sur le criquet pèlerin, biologie et comportement. FAO.

79. **Sayah M.-Y.**, 2011-Activité larvicide des extraits de plantes aromatiques sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires. Mém. Mas. Scie. et Tech. C.M.B.A. Univ. Fès Maroc, 66p.
80. **SCHULTZ J. C.**, 1983.- *Habitat selection and foraging tactics of caterpillars in heterogenous trees*. Ed. Academic Press, New York, 556 p.
81. **SIMPSON S.**, 1990.- *The patterns of feeding. Biology of grasshoppers*. Ed. John Wiley & Sons, New York, 387 p.
82. **Tchibozo S.**, 1996- information sur quelques plantes insectifuges et nématocides d’afrique tropicale: note technique. Bulletin de la recherche agronomique. n°14, Bénin, 18-26pp.
83. **Tirchi N.**, 2008- Effet de trois dérégulateurs de croissance des insectes (IGRs) sur les larves de criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae). Thèse Mag. Scie. Agro. Inst. Nati. Agro. El Harrach Alger, 231p.
84. **UNESCO**, 1960.- Les plantes médicinales des régions arides. *Recherche sur les zones arides*, vol. 13, Paris, 99 p.

Références sur web

1. Anonyme., Cirad. web des savoirs. Les criquets ravageurs. (<http://locust.cirad.fr/>)
2. Anonyme ., Sahara. Nature site web. (<http://www.sahara-nature.com/>)
3. Anonyme., trichrome de Masson. (<http://www.histalim.com/accueil/activites/nos-services/histologie/trichrome-de-masson/?lang=fr>)
4. Anonyme., hématoxyline éosine. (<http://www.histalim.com/accueil/activites/nos-services/histologie/hematoxyline-eosine/?lang=fr>)