MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Sciences de la nature et de la vie

Spécialité : Phytophatologie

Par :

BOURAHLA Amina
TALAICHE Khalil

Thème :

Optimisation d'un moyen de lutte biologique et valorisation des intrants d'origine naturelle dans un contexte agronomique.

Soutenue publiquement le : 04 /07 /2023., Devant le jury composé de :

Dr.AIT MOUHEB Hocine	**MCB**	**U. Médéa**	**Président**
SLIFI Malika	**Doctorante**	**U. Bouira**	**Examinateur**
Dr. MAHDJOUBI Djillali	**MCB**	**U. Médéa**	**Encadreur**
Dr. OUTTAR Fahima	**MCA**	**U. Médéa.**	**Co-Encadreur**
Dr.TOUZOUT Nabil	**Doctorant**	**U. Mostaganem**	**Invité d'honneur**

Année universitaire 2022/2023

Remerciement

On tient à remercier sincèrement remerciement Mr MAHDJOUBI, qui en tant que encadreur de mémoire, nous a donné la possibilité de réaliser ce travail, pour la confiance, pour ses précieux conseils de tout ordre, sa disponibilité, sa patience et sa gentillesse. S'est toujours montré à l'écoute tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nos remerciements et un grand respect et notre gratitude envers notre Co-encadreur Mme Dr. OUTTAR Fahima, pour la soutenir, pour ses conseils, sa ouverture, sa confiance et sa générosité dans les connaissances qu'elle a pu partager avec nous.

Nous remercions Mr. Dr. AIT MOUHEB, Docteur a l'université de Médéa qui accepte de présider le juge de ce mémoire.

Nous remercions Mme SLIFI Malika, Doctorante a l'université de Bouira qui a accepté de juger ce travail.

Grande remerciement a Mr TOUZOUT, Doctorant a l'université de Mostaganem pour son aide et ses conseils et sa gentillesse.

Grande respect également a Mr BEN HEFRI, Docteur a l'université de Médéa, merci pour votre gentillesse et votre modestie.

Nos remerciements aussi : Mme. BOUDIZI Amel, Mme TCHEKER Fatima zohra, Mme CHAOUATI Karima, Mme MOSTEFAOUI Houda, , pour nous soutenir moralement et nous encourager en tout le moment.

Nous remercions Mme Soumia, ingénieure de laboratoire de la faculté des sciences pour sa gentillesse, sa sympathie et sa serviabilité.

On souhaite adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Dédicace

A Mes très chers parents.

A Ma chère grand-mère.

A Mes frères et Mes Sœurs et ses familles.

A toutes mes amies et mes collègues.

Comme je remercier toutes les chercheurs de leurs recherches scientifiques précédentes et actuelles. Grace à la science et la technologie je réalise ce travail.

AMINA

Dédicace

Merci à Dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire et de penser La force d'y croire et la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.

Je dédie cet modeste travail

A mes chers et indescriptibles parents, mes frères Amin et Mohamed et leurs enfants Et leurs femmes, ma sœur Sarah, son mari, et son fils, my moonbeam et à toute ma famille et mes amis, Alaa, Hamid, Abdel Baki, Soufian, Riyadh, Karim, Salim, fouad, qui l'ont partagé Les moments les plus agréables, et ils étaient des compagnons de longue distance

khalil

Optimisation d'un moyen de lutte biologique et valorisation des intrants d'origine naturelle dans un contexte agronomique

Résumé

Venant se superposer aux pullulations catastrophiques épisodiques des locustes, les sautereaux constituent en Afrique un problème chronique de défense des cultures vivrières. l'évolution récente des stratégies de recherche a permis des progrès importants dans la compréhension du mécanisme des pullulations de ces ravageurs. Notre objectif essentiel est d'évaluer l'activité insecticide de l'extrait methanolique et ethanolique à base de trois plantes (*randonia africana* , *salsola imbricata* , *zygophyllume album)* sur les larves L4 de *Locusta migratoria* et de *Schistocerca gregaria*. Pour cela, nous avons testé leur effet sur quelques paramètres physiologiques et morphologiques, tel que leur effet sur le taux des protéines et des enzymes hémolymphatiques, la morphogénèse et le développement des larves L4 des deux acridiens. Les larves L4 traitées par les extraits de trois plantes présentent des modifications morphologiques au niveau de la coloration : les larves deviennent complètement rouges. D'autre part les résultats obtenus montrent que les extraits présentent un effet toxique sur les larves L4 de *Locusta migratoria* et *Schistocerca gregaria* avec les deux modes de traitement. D'après les résultats, nous avons constaté que le taux des protéines des larves L4 des deux acridiens traitées par six extraits par ingestion est diffèrent par rapport aux témoins. Nous avons enregistré aussi que les taux de protéines les plus élevés ont été enregistré chez *L.migratoria* par rapport à *S. gregaria*. Nous avons trouvé aussi que la teneur de catalase des larves L4 des deux acridiens traitées avec les six extraits par ingestion est différente par rapport aux témoins. Pour les résultats de la GST, nous avons signalé que les teneurs de l'enzyme Glutathion S-transférase des larves L4 des deux acridiens traitées par les six extraits par ingestion sont différentes par rapport aux témoins.

Mots clés : *Locusta migratoria, Schistocerca gregaria, larves* L4*, Zygophyllum album, Salsola imbricata, Randonia africana,* proteines, glutathion S-transférase, Catalase.

Title: Optimization of a means of biological control and valorisation of natural sources in an agronomic context.

Abstract

Coming to overlap with catastrophic episodic pollution of locusts, sauteras constitute in Africa a chronic problem of defence of food crops. Recent developments in research strategies have made significant progress in understanding the mechanism of these pests. Our main objective is to evaluate the insecticide activity of the methanol and ethanol extract from three plants (*randonia africana, salsola imbricata, zygophyllume album*) on the L4 larvae of *Locusta migratoria* and *Schistocerca gregaria*. For this, we tested their effect on some physiological and morphological parameters, such as their impact on the level of proteins and hemolymphatic enzymes, morphogenesis and the development of the L4 larvae of both acridians. The L4 larves treated with the extracts of three plants have morphological changes in coloration: the larves become completely red. On the other hand, the results show that the extracts have a toxic effect on the L4 larves of *Locusta migratoria* and *Schistocerca gregaria* with both treatments. Based on the results, we found that the rate of proteins in the L4 larvae of the two acridians treated by six extracts per ingestion is different from the controls. We also recorded that the highest levels of protein were recorded in *L.migratoria* compared to *S.gregaria*. We also found that the catalase content of the L4 larvae of the two acridians treated with the six extracted per ingestion was different from the controls. For the GST results, we that the glutathione S-transferase enzyme levels of the L4 larvae of the two acridians treated by the six extract per ingestion were different from the controls.

Key words *: Locusta migratoria, Schistocerca gregaria,* larves L4, *Zygophyllum album, Salsola imbricata, Randonia africana,* proteines, glutathion S-transferase, Catalase.

العنوان. تحسين إحدى الطرق للمكافحة البيولوجية و تثمين المدخرات ذات المصدر الطبيعي في السياق الزراعي.

ملخص :

بسبب تفشي الجراد الكارثي العرضي، يعد هذا الأخير مشكلة مزمنة في إفريقيا في الدفاع عن المحاصيل الغذائية.

وقد أدت التطورات الأخيرة في استراتيجيات البحث إلى تقدم كبير في فهم آلية تفشي هذه الآفات.

هدفنا الرئيسي هو تقييم نشاط المبيدات الحشرية لمستخلص الميثانول والإيثانول بناءً على ثلاثة نباتات*a(randonia africana)* ، *salsola imbricata*، *(zygophyllum album)* على يرقات L4 من الجراد المهاجر *Locusta) migratoria*) و الجراد الصحراوي .(*Schistocerca gregaria*) لهذا الغرض، اختبرنا تأثيرها على عدد قليل من المعايير الفسيولوجية والمورفولوجية، وكذلك تأثيرها على مستوى البروتينات والإنزيمات الدموية ، والتكوين والتطور على يرقات المرحلة الرابعة L4 من كلا الجراد.

تُظهر يرقات المرحلة الرابعة L4 المعالجة بمستخلصات من ثلاثة نباتات تغيرات مورفولوجية في اللون: تصبح اليرقات حمراء تمامًا. من ناحية أخرى، تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن المستخلصات لها تأثير سام على يرقات L4 من *Locusta*) (*migratoria* الجراد المهاجر و الجراد الصحراوي (*Schistocerca gregaria*)مع كلا وضعي العلاج. وفقًا للنتائج، وجدنا أن مستويات البروتين في يرقات L4 للجرادين المعالجين بستة مستخلصات عن طريق الابتلاع مختلفة عن الشاهد. و سجلنا أيضًا أعلى مستويات البروتين في الجراد المهاجر مقارنة بالجراد الصحراوي, ووجدنا أيضًا أن المحتوى الكاتلاز(CAT)لليرقات L4 للجرادين مختلفة عن الشاهد.

يتم التعامل مع المستخلصات الستة عن طريق الابتلاع بشكل مختلف عن الشاهد. بالنسبة لنتائج الانزيم الموالي ، أبلغنا أن مستويات إنزيم Glutathione S-transferase في يرقات L4 للجرادين المعالجين بمستخلصات الابتلاع الستة تختلف عن الشاهد.

الكلمات المفتاحية : الجراد المهاجر, الجراد الصحراوي , , *Salsola, Randonia Africana, Zygophyllum album imbricate* ,*يرقات المرحلة الرابعة*, البروتينات ,انزيمات مضادات التأكسد (glutathion S-transferase, Catalase.

Sommaire

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Partie I. Données bibliographiques sur les deux acridiens

1. Données bibliographiques sur le criquet migrateur

1.1. Présentation et position systématique 6

1.2. Morphologie 6

1.3. Cycle de vie 8

1.4. Répartition géographique 11

1.5. Écologie 12

1.6. Les Dégâts occasionnés par le criquet migrateur 13

2. Données bibliographiques sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria)*

2.1. Taxonomie 13

2.2. Origine et répartition géographique 14

2.3. Biologie du Criquet pèlerin 14

2.4. Le polyphénisme de phase 15

2.5. Dégâts 16

3. La lutte antiacridienne

3.1. La lutte préventive 16

3.2. La lutte écologique 17

3.3. La lutte physique et mécanique 17

3.4. La lutte chimique 17

3.5. La Lutte Biologique 18

3.6. Les ennemies naturelles 18

3.7. Les champignons et les bactéries 18

3.8. Hormones et phéromones 18

3.9. Les Extraits végétaux 18

Partie II. Données bibliographiques sur les plantes étudiées

1. Présentation du Zygophyllum album

1.1. Historique 20

1.2. Description 20

1.3. Classification 21

1.4. L'utilisation médicale 21

1.5. Composition chimique 22

2. Présentation de Randonia Africana

2.1. Historique 23

2.2. Description 23

2.3. Distribution géographique 24

2.4. Classification 24

2.5. Composition chimique 24

3. Présentation de *Salsola imbricata*

3.1. Définition 25

3.2. Morphologie 25

3.3. Répartition géographique 25

3.4. Taxonomie 26

3.5. Utilisation médicinale 27

3.6. Composition chimique 27

3.7. Activité biologique 27

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel biologique

1.1. Les Locustes 30

1.1.1. L'élevage des criquets 30

2. Matériel végétal 35

2.1 Préparation des Extrait 35

2.2 Détermination quantitative des extraits bruts 36

2.2.1. Le Rendement 36

2.3 Analyse quantitative et qualitative des extraits des plantes 37

2.3.1 Screening phytochimique 37

2.3.2 Préparation de l'infusé 37

2.3.3 Analyse d'anthocyanes 37

2.3.4 Analyse de tanins et composants phénoliques 37

2.3.5 Analyse les alcaloïdes 37

2.3.6 Analyse des glucosides 37

2.4 Détermination les teneurs des composants des plantes 38

2.4.1 Dosage des polyphénols totaux 38

2.4.2 Dosage des flavonoïdes totaux 38

3. Etude de l'effet des extraits des trois plantes sur les paramètres physiologiques et morphologiques des larves L4 de *S. gregaria* et de *L.migratoria* 38

3.1. Traitement des larves 38

3.1.1 Ingestion 38

3.1.1.1 Les paramètres mesurés 39

1) Dosage des protéines 39

2) Dosage de catalase (CAT) 39

3) Dosage de Glutathion-S-transférase (GST) 39

3.1.2 Contact 40

3.1.2.1 Les paramètres mesurés 40

1) L'observation morphologique 40

2) Technique histologique 40

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Détermination quantitative des extraits bruts 45

1.1 Rendement des extraits 45

2. Analyse quantitative et qualitative des extraits des plantes 46

2.1 Screening photochimique 46

3. Détermination des teneurs des composants des plantes étudiées 48

3.1 Dosage des polyphénols totaux 48

3.2 Dosage des flavonoïdes totaux 50

4. Étude de l'effet des extraits des trois plantes sur quelques paramètres physiologiques et morphologiques chez les larves L4 de *S. gregaria* et *de L. mgratoria* après le traitement 51

4.1 Ingestion 51

4.1.1 Au niveau cellulaire 51

1) Détermination des teneurs en protéines 51

2) Détermination des teneurs de catalase (CAT) 53

3) Détermination des teneurs glutathion S-transférase(GST) 55

4.2 Contact 59

1) L'observation morphologique (au niveau morphologique) 59

La liste de figure

Figure 1 : Adulte femelle de locusta migratoria(originale) 8

Figure 2 : Morphologie générale de criquet migrateur (Lisa, le 30 octobre 2002,www.Geocities.ws) 8

Figure 3: Cycle biologique de criquet migrateur (ORIGINALE) 11

Figure 4 : Répartition des différentes sous espèces de Locusta migratoria dans le monde GRICHANOV et SAULICH (2003) 12

Figure 5 : Cycle de vie de Schistocerca gregaria (ORIGINALE) 15

Figure 6: Plante zygophyllum album (KHAMMES al 2017) 20

Figure 7: Plante Randonia Africana (Oule Dali 2018, Atlas-Sahara) 23

Figure8 : tiges et feuilles de *Randonia africana* Boudnid-Erfoud 2016, Atlas-Sahara 23

Figure 9 : Fruits de *Randonia Africana* (ORIGINALE) 23

Figure 10 : plante *Salsola imbricata*, Atlas-Sahara 25

Figure 11 : Figure 11: cage d'élevage des adultes de *Locusta migratoria* (originale) 31

Figure 12: cage d'élevage de *Schistocerca gregaria* (originale) 31

Figure 13 : cage d'élevage des larves des L. migratoria 31

Figure 14 : œuf, des oothèques, matière spumeuse de locusta migratoria. (originale) 32

Figure 15 : oothèques des criquets migrateurs (originale) 32

Figure 16: l'éclosions des criquets (originale) 32

Figure 17: les des différentes stade larvaires des *Locusta migratoria* (originale) 32

Figure18: individu larve 5 et imago de schistocerca gregaria (originale) 33

Figure19 : Adulte femelle de locusta migratoria (originale) 33

Figure 20 : embryon a stade 3 de *S.gregaria* (originale) 34

Figure 21 : embryon a stade 8 de *S.gregaria* (originale) 34

Figure 22 : la troisième mue de *L.migratoria* (originale) 34

Figure 23: la mue de L5 de *S.gregaria* (originale) 34

Figure 24 : la mue imaginale de locusta migratoria (originale) 34

Figure 25 : l'accouplement chez L.migratoria (originale) 34

Figure 26 : les étapes de préparation les extraits 35

Figure 27: les poudres des plantes 36

Figure 28 : Agitation des solutions 36

Figure 29 : La filtration 36

Figure 30 : L'évaporation 36

Figure 31: Récupération des extraits 36

Figure 32: Les Extraits bruts 36

Figure 33 : résumé des méthodes utilisées 43

Figure 34 : Le Rendement de l'extraction 45

Figure 35 : screening phytochimique de zygophyllum album 47

Figure 36: screening phytochimique de Salsola imbricata 47

Figure 37 : screening phytochimique de *Randonia africana* 48

Figure 38: teneurs de polyphénol totaux des trois plantes *Z.album, S.imbricata et R.africana* et ses extraits (méthanol et éthanol) 49

Figure 39 : teneurs de flavonoïde totaux des trois plantes *Z.album, S.imbricata* et *R.africana* et ses extraits (méthanol et éthanol) 50

Figure 40 : Teneurs des protéines des larves L4 de *Schistocerca gregaria* aux six extraits 51

Figure 41: Teneurs des protéines des larves L4 de *Locusta migratoria* aux six extraits 51

Figure 42: La teneur d'enzyme catalase des larves L4 de *Schistocerca gregaria* aux six extraits 53

Figure 43 : La teneur d'enzyme catalase des larves L4 de *Locusta migratoria* aux six extraits 53

Figure 44 : La teneur d'enzyme Glutathion S-transférase des larves L4 de *Schistocerca gregaria* aux six extraits 55

Figure 45 : La teneur de l'enzyme Glutathion S-transférase des larves L4 de *Locusta migratoria* aux six extraits 55

Figure 46: Larve L5 de *S. gregaria* normale après le traitement par extrait éthanolique et méthanolique de *Z.album* 59

***Figure 47** : Larve L5 de* S. gregaria *rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de* S.imbricata 60

Figure 48: le corps de *S.gregaria* traite par *S.imbricata* sous microscope optique 61

Figure 49 : Larve L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R. africana* 61

Figure 50 : corps de L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R.africana* sous microscope 62

Figure 51: les antennes de L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R.africana* sous microscope 62

Figure 52: les pattes de L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R.africana* sous microscope62

Figure 53 : Témoin de L5 *locusta migratoria* (sans traitement) 63

Figure 54 : Larve L5 de *L.migratoria* claire après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *Z.album* 63

Figure 55 : Larve L5 de *L.migratoria* après le traitement par l'extrait éthanolique et méthanolique de *S.imbricata* 64

Figure 56: Larve L5 mort de *L.migratoria* après le traitement par l'extrait éthanolique et méthanolique de *R. africana* 65

Liste des tableaux

Tableau 1 : L'Activité biologique de zygophyllum album 21
Tableau 2 : les compositions chimique de Z.album.....22
Tableau 3 : Screening phytochimique 46

Table des abréviations

L1 : stade larvaire 01

L2 : stade larvaire 02

L3 : stade larvaire 03

L3 : stade larvaire 04

FAO : Food and Agriculture Organisation

GST : glutathion S transférase

CAT : catalase

PR : proteine

ZE : *Zygophyllum album* ethanolique

ZM : *Zygophyllum album* methanolique

SE : *Salsola imbricata* ethanolique

SM : *Salsola imbricata* ethanolique

RE : *Randonia africana* ethanolique

RM : *Randonia africana* methanolique.

Introduction générale

Introduction

Parmi les locustes grégariaptes en Afrique, le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* et le criquet migrateur *Locusta migratoria* sont l'espèce les plus redoutable d'un point de vue économique, en raison de l'étendue de son aire d'invasion et les dommages qu'elle peut causer (Popov et al 1984;. Duranton et Lecoq, 1990). Les invasions de cette espèceont été connues depuis l'antiquité et les chroniques médiévales certifient que ses ravages ont continué sans interruption des crises successives. Ces espèces entités connus en successive.

Il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux, à l'exception de celui des acridiens, qui ait de tout temps été associé à l'imagination des évènements catastrophiques destructeurs fatalement inévitables (KARA Z., 1997). Jusqu'au début de ce siècle, il n'y avait pratiquement aucun changement quant à l'impuissance face à la présence massive des criquets grégariaptes, qui s'accompagnent le plus souvent d'une disette non seulement régionale mais encore beaucoup plus large, de misère, d'exode et de nombreux morts. *Schistocerca gregaria*, une locuste bien connue dans les faits et les fables, a toujours menacé l'Afrique et l'Asie depuis les temps les plus anciens (PARQUIER M., 1942). L'un des pays les plus touchés par le fléau acridien est l'Algérie. Elle fournit des conditions si favorables au développement de cet insecte qu'elle a été considérée comme le paradis de l'insecte en 1929 (PARQUIER M).

Les sauterelles comme considéré une ravageurs de structure a forme des essaims migratoires qui c'est éclater des zones précédemment non infestées et de nuire rapidement aux pâturages et aux cultures. Toutes les populations de sauterelles fluctuent entre de faibles effectifs (pendant les récessions) et des effectifs extrêmement importants (pendant les épidémies) (J.I. Magor et al ; 2008).

D'après OUELD El-HADJ (2002), les espèces acridiennes susceptibles de revêtir une importance économique par l'ampleur des dégâts qu'elles peuvent occasionner aux cultures sont ; *Schistocerca gregaria* , *Locusta migratoria* , *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877), *Sphingnontus* (Walker, 1870). *Acrotylus patruelis patruelis* (Herrich schaffer, 1838) et *Pyrgomorpha cognata* (Kranss, 1877).

Par ailleurs le criquet migrateur *L.migratoria* est l'acridien qui possède une plus grande plasticité écologique et une large distribution géographique. Les dommages engendré par ces

insectes sont causés à la fois par l'activité des larves et des adultes (Launois-Luong M.H. et Lecoq M ; 1993).

Le criquet pèlerin, ou *Schistocerca gregaria Forskl*, est l'un des ravageurs agricoles les plus dangereux au monde en raison de sa voracité, de sa reproduction rapide et de sa vaste gamme de vols, qui peuvent causer des dommages importants à toutes les espèces végétales (Cressman K, 2016).

Environ 1200 kilomètres carrés peuvent être couverts par jour par un seul essaim de criquets, qui peuvent en contenir jusqu'à 80 millions par kilomètre carré et parcourir plus de 100 kilomètres par jour dans la direction des vents dominants (Mariod AA et al, 2017). Environ 20 % de la surface de la terre peut être envahie par le criquet pèlerin s'il n'est pas contrôlé, ou une superficie totale de 28 millions de kilomètres carrés (Chen Y, 2002). Chaque criquet consomme autour de son propre poids en plantes vertes, permettant à l'essaim de consommer autant de nourriture que 35000 personnes en une journée (FAO, 2020).

En raison des pertes financières importantes liées aux fléaux, une action immédiate est nécessaire pour protéger l'environnement et les moyens de subsistance. Le plus souvent, les déserts semi-arides et arides d'Afrique qui reçoivent moins de 200 mm de pluie chaque année sont exemptés de l'invasion du criquet pèlerin (FAO, 2020).

Les insecticides chimiques sont maintenant les principales stratégies de prévention et de lutte après les épidémies répétées du criquet pèlerin en Afrique. Les organochlorés, les organophosphates, les carbamates et les pyréthroïdes, qui sont généralement neurotoxiques pour les criquets, ont été utilisés dans la majorité des efforts de lutte contre les criquets au fil des ans (Dobson HM, 2001). Les pesticides chimiques peuvent être une technique efficace de contrôle parce que les résidus de pulvérisation restent actifs pendant longtemps, mais les préoccupations concernant les dommages à l'environnement et la sécurité publique ont augmenté (Brader L, 2006). Les préoccupations au sujet de l'utilisation de pesticides chimiques encouragent l'investissement dans des méthodes de lutte de rechange durables et écologiques, comme les biopesticides (Van Huis A, 2007) (Van der Valk H et al, 2006).

Les biopesticides dérivés de plantes et de microorganismes figurent parmi les articles proposés. Ils sont conseillés en raison de leur excellente spécificité, de leurs effets environnementaux négatifs minimes et de leur non-toxicité pour les humains et le bétail lorsqu'ils sont utilisés à des niveaux recommandés (Kooyman C, 2003).

Introduction générale

En raison de ses perspectives intéressantes pour le développement de nouveaux biopesticides d'origine végétale, les interactions insecte-plante hôte constituent un domaine d'investigation important en écologie chimique et en lutte intégrée. Les métabolites secondaires des plantes sont impliqués dans ces interactions. Ces métabolites peuvent perturber le comportement, la métamorphose, la croissance, le développement et la reproduction des insectes (Rharrabe et al., 2009). Lorsqu'ils interfèrent avec les enzymes et le processus de métamorphose, les métabolites secondaires des plantes ont différents sites d'action et différentes cibles moléculaires, comme l'ont démontré les travaux de Cespeds et al. (2005). Plus de 2000 espèces de plantes possèdent des propriétés insecticides (Klocke, 1989 in Tewary et aL, 2005).

De nombreuses espèces d'insectes ont montré des effets similaires à ceux des régulateurs de croissance synthétiques sur les métabolites secondaires de différentes plantes. Par leur effet antiappétant (Feng et al., 1995) et leur puissant effet inhibiteur enzymatique et métabolique (Kubo et Cloche, 1983; Céspedes et al., 2000, 2001), la recherche sur les sites et les mécanismes d'action de ces métabolites secondaires a révélé leur implication dans des activités insecticides et des effets régulateurs de croissance.

La région aride d'Algérie est caractérisée par sa grande variété de plantes aromatiques, médicinales et autres qui ont des propriétés biologiques fascinantes qui sont utilisées dans divers domaines. Nous avons découvert grâce à nos recherches sur le terrain dans la région d'Adrar, située dans le sud-ouest de l'Algérie, que les biotopes des locustes dans cette région sont très riches en espèces végétales qui ont des qualités répulsives et même toxiques.

La composition chimique de l'extrait brut de la plante étudiée est essentielle pour comprendre les mécanismes de fonctionnement de l'extrait de laboratoire. L'examen phytochimique a d'abord été effectué pour déterminer la présence ou l'absence de grands groupes de métabolites secondaires.

Nous avons examiné l'impact des extraits éthanolique et méthanolique de la partie aérienne des trois plantes, *Zygophyllum album*, *Salasola imbricata* et *Randonia africana* sur différentes variables morphologiques et physiologiques chez les larves de quatrième stade des deux espèces acridiennes, Le criquet migrateur et le criquet pèlerin.

Pour comprendre les différentes atteintes morphologiques observées sur les larves, des coupes histologiques cuticulaires et des dosages de protéines hémolymphatiques ont été

effectués. En raison de la variabilité des effets obtenus selon les doses des l'extraits testé par conséquent un dosage des deux biomarqueurs, la catalase (CAT) et la glutathion S-transférase (GST) et également mis en évidence pour la compréhension les mécanismes d'actions de les extraits.

Partie bibliographique

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

Partie I. Données bibliographiques sur les deux acridiens

1 .Données bibliographiques sur le criquet migrateur :

1.1 Présentation et Position systématique :

le Criquet migrateur *locusta migratorius* est un orthoptères caelifère, Linné se référa à lui par un tel nom Gryllus *(locusta) migratorius* en 1758 dans systema naturae (Uvarov, 1936).

Selon LOUVEAUX et BEN-HALIMA (1987), La Classification de Locusta est **:**

Ordre	Orthoptera
Sous order	Caelifera
Super famille	Acridoidea
Famille	Acrididae
Sous famille	Oedipodinae
Genre	Locusta
Espèce	Locusta migratoria.

1.2. Morphologie

Comparativement au criquet pèlerin, le criquet migrateur est un criquet relativement petit, mesurant entre 42 et 55mm pour les mâles et entre 54 et 72mm pour les femelles (fig 1).

Les antennes longues et minces, un corps vert qui est constamment jaune et noir avec un pronotum selliforme grégaire, et les antennes longues et minces sont ses caractéristiques distinctives.

Locusta possède une unité structurelle basée sur l'existence de trois signes de base: Tête, thorax et abdomen (fig 2).

1.2.1. Tête

tête arrondie, le sommet du vertex est large, convexe, les favéoles temporalles sont petites et triangulaires avec des antennes filiforme et un peu plus longues que la tête. Le pronotum chez la forme solitaire est long et présente une carène médiane convexe et forme un angle aigu à l'arrière . Ce dernier est court et arrondi à la partie postérieure, il possède une carène médiane concave ou droite en forme grégaire.(BONNEMAISON,1961)

1.2.2. Thorax

est le deuxième tagme du corps. Il est situé entre la tête et al'abdomen. Il porte les organes locomoteurs. Le thorax est le tagme spécialisé pour la marche et le vol. Il est composé de trois segments d'avant en arrière :

– le prothorax :contient 1re paire de pattes.

– le mésothorax : 2e paire de pattes et 1re paire d'ailes (élytres ou TEGMINAS).

– le métathorax : 3e paire de pattes et 2e paire d'ailes.

1.2.3. L'abdomen

est de couleur brun jaunâtre, Il y a onze segments qui composent l'abdomen. Les dix premiers sont séparés ventralement en neuf sternites chez les mâles et huit sternites chez les femelles, et dorsalement en dix tergites. Les segments sont joints par des membranes extrêmement extensibles qui permettent des mouvements respiratoires, la distension de l'abdomen pendant le développement de l'œuf et son allongement pendant la fécondation chez les mâles, et la ponte chez les femelles. L'abdomen contient les viscères, les organes reproducteurs, de nombreux muscles, un abondant corps gras et une grande partie de la chaîne nerveuse ganglionnaire et une grande partie de l'appareil digestif.

Selon CHOPARD(1943), Les deux sexes ont des élytres qui dépassent l'extrémité abdominale et sont ornés d'une zone transversale de nombreux petits points bruns. Les nervures des ailes transparentes ont un soupçon de couleur noire fumée vers leurs extrémités.

Selon POPOV et al (1990), L'œuf de *locusta* a une couleur brun clair et une taille qui variede 5,5 a 7,7mm. Les œufs sont disposés dans le sol de manière bilatérale sous forme d'oothèque qui surmontée d'un bouchon de matière spumeuses spongieuse blanchâtre ou brunclair.

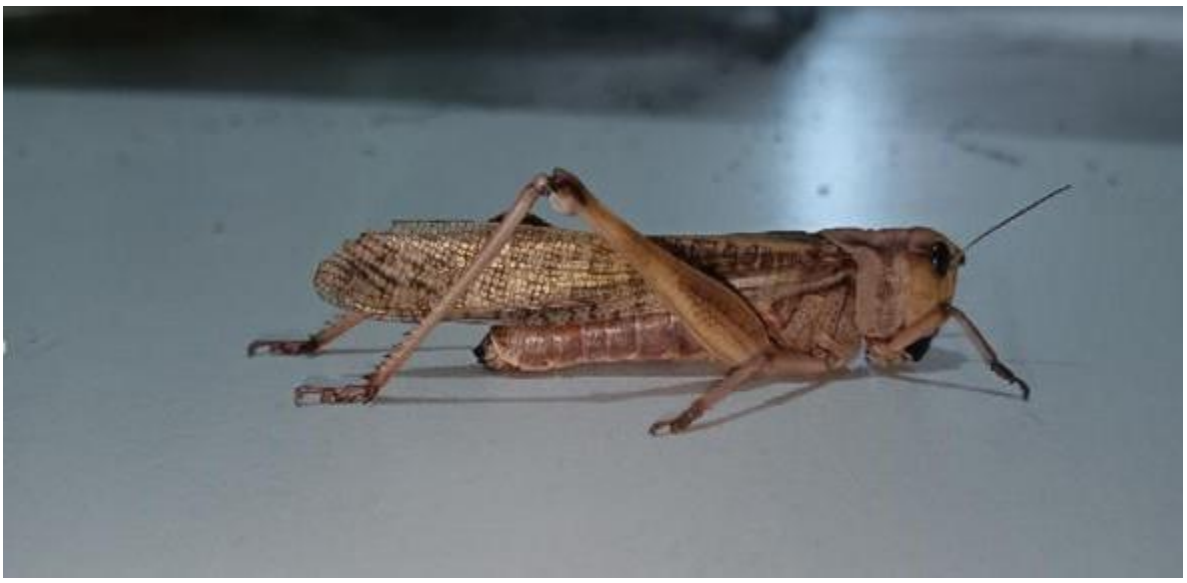


Figure 1 Adulte femelle de *locusta migratoria*(originale)

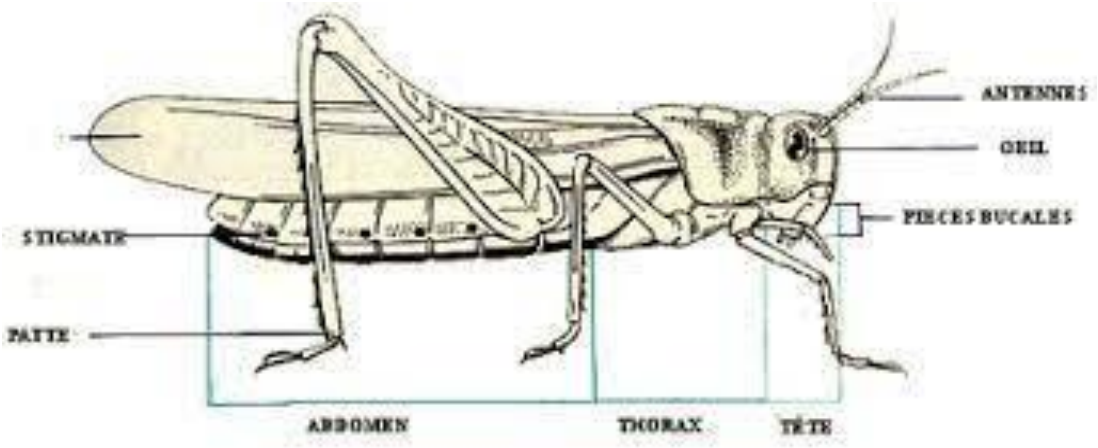


Figure 2: Morphologie générale de criquet migrateur (Lisa, le 30 octobre 2002, *www.Geocities.ws)*.

1.3. Cycle de vie

Le criquet migrateur produit trois générations par année lorsqu'elle est en phase grégaire et quatre à cinq générations par année lorsqu'elle est en phase solitaire.

Les conditions et les tolérances pour les différentes étapes biologiques (œufs, larves et ailes) que les criquets traversent au cours de leur cycle de vie (fig .3) (LAUNOIS- LUONG et LECOQ (1989).

1.3.1. L'accouplement

Les parades nuptiales précédent l'accouplement chez les acridiens: préliminaires qui sont fréquents et qui consistent en : l'embuscade, la poursuite, des vols spéciaux accompagné de stridulations et de crépitements des ailes colorées**.**

Deux minutes après la copulation, le mâle transmet le sperme à la femelle par un spermatophore. Le système vaginal féminin y est exposé. La rupture du spermatophore résulte de la séparation des deux congénères, une partie du tube restant dans le canal spermathèque où il est progressivement décomposé. Le pénis masculin contient l'autre. Dans sa vie, le mâle et la femelle peuvent s'accoupler plusieurs fois (DURANTHON *et al.,* 1982).

1.3.2. La Ponte

Avant la pondre et pour vérifier s'il y a suffisamment d'humidité, la femelle insère fréquemment le bout de son abdomen dans la terre.(popov et al)

Selon les mêmes auteurs, l'hormone juvénile JH modifie les propriétés physico-chimiques des membranes inter-segmentaires, les rendant plus flexibles au moment de la ponte, permettant à la femelle de plonger son abdomen dans le sol après avoir détecté un environnement approprié. Cette remarquable extension, ses contractions, et les valves qui se serrent et s'ouvrent alternativement contribuent également à cela. (GIRARDIE, 1991)

Le trou de ponte est recouvert d'une couche de substance mousseuse plus ou moins fine, sur laquelle s'accrochent les particules de sable, lors de la ponte.

1.3.3. Développement embryonnaire

La température d'incubation a une incidence importante sur la durée du développement embryonnaire, soit 18 jours à 27 °C et 10 jours à 33 °C. (DURANTON *et al.* (1982) . De plus, le développement embryonnaire peut prendre jusqu'à un mois pendant la saison froide et environ dix jours pendant la saison chaude (LAUNOIS-LUONG et LECOQ (1989).

1.3.4. Développement larvaire

Une mue survient cinq fois, séparant chaque stade du cycle larvaire. Les trois premiers stades sont comparables, à l'exception évidente d'une augmentation de taille, qui est particulièrement perceptible dans la tête et la poitrine. Avec l'apport alimentaire, l'abdomen

grandit entre les mues. Les seules différences physiques entre les larves des 4e et 5e stades et celles des trois premiers stades, qui sont dirigés vers le bas, sont leur taille et celle de leurs ailes de traction orientées vers le haut (BELLMANN et LUQUET,1995)

1.3.5. La mue imaginale :

Une sauterelle peut passer directement de l'état larvaire à l'état imaginaire grâce à une mue imaginaire, selon DURANTON et al. (1982). Une mue hypothétique est semblable à une mue larvaire, mais avec des dessins d'ailes complètement formés. Comme tous les autres criquets, le criquet migrateur utilise un perchoir pendant sa mue.

L'imago, selon BELLMANN et LUQUET (1995), est le stade de développement final du criquet. À ce stade, il ressemble à la larve, à l'exception de la présence d'ailes qui étaient auparavant en forme de courants d'air.

Selon LAUNOIS-LUONG et LECOQ (1989), l'imago D adulte atteint la maturité sexuelle après environ 15 jours.

1.3.6. Polymorphisme phasaire du criquet migrateur *Locusta migratoria*

Les variations morphologiques, anatomiques, physiologiques, écologiques et comportementales représentent toutes un polymorphisme de phase. (ANONYME, 1995)

Le polymorphisme phaseur des grégariables présente des variations physiologiques, dont certaines soutiennent le déterminisme endocrinien. Un niveau élevé d'hormone juvénile (JH), un stade larvaire supplémentaire, une pigmentation verte, la longévité de la glande en mue chez les adultes, une vie imaginaire prolongée et une fertilité élevée sont tous des traits de la phase solitaire. Les troupeaux peuvent être identifiés par leur forte consommation d'oxygène, les étapes soutenues et les vols, la croissance larvaire plus rapide, la propension à la diapause imaginaire, et la coloration sombre. (GIRARDIE, 1991) .

La densité est le principal facteur déclenchant vers l'un ou l'autre des deux pôles phasaires.

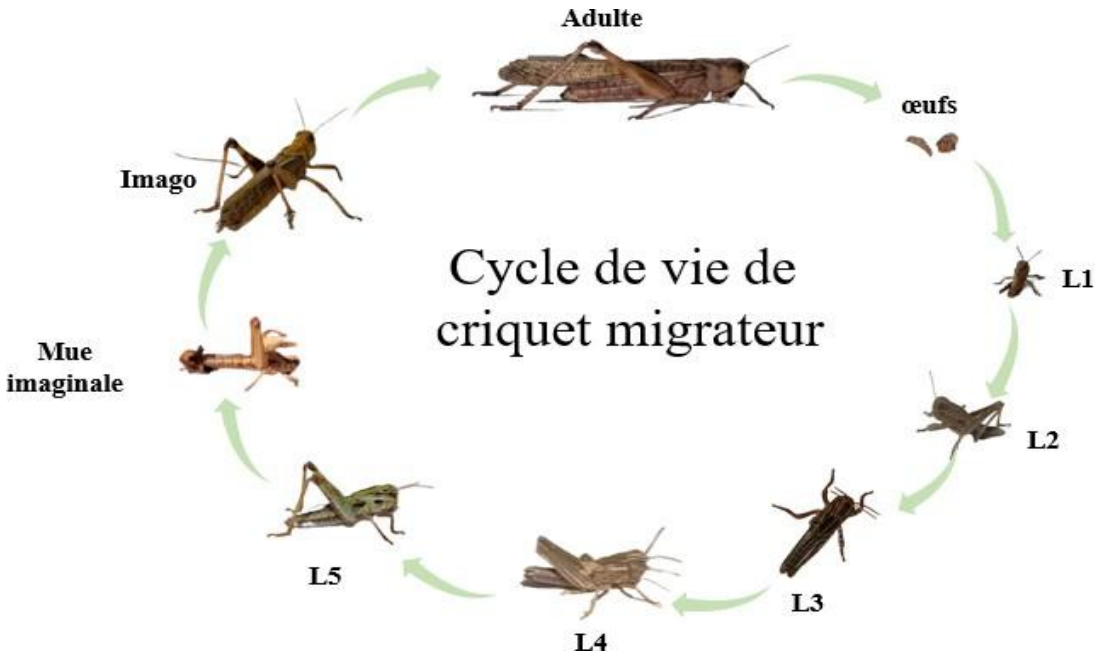


Figure 3: Cycle biologique de criquet migrateur *(ORIGINALE)*.

1.4.Répartition géographique

L'abondance des plantes alimentaires, des frayères, des propriétés édaphiques, de la structure de la végétation, du nombre d'espèces végétales, du climat et d'autres facteurs influent sur le choix de l'habitat. (JOERN, 1982; OTTE, 1977)

1.4.1. Dans le monde

Le criquet migrateur est présent dans une grande partie de l'Afrique au sud du Sahara, dans la péninsule arabique et indopakistanaise, en Europe et sur la côte méditerranéenne, en Asie de l'Est et en Australie. 1982 (DURANTON et al.).

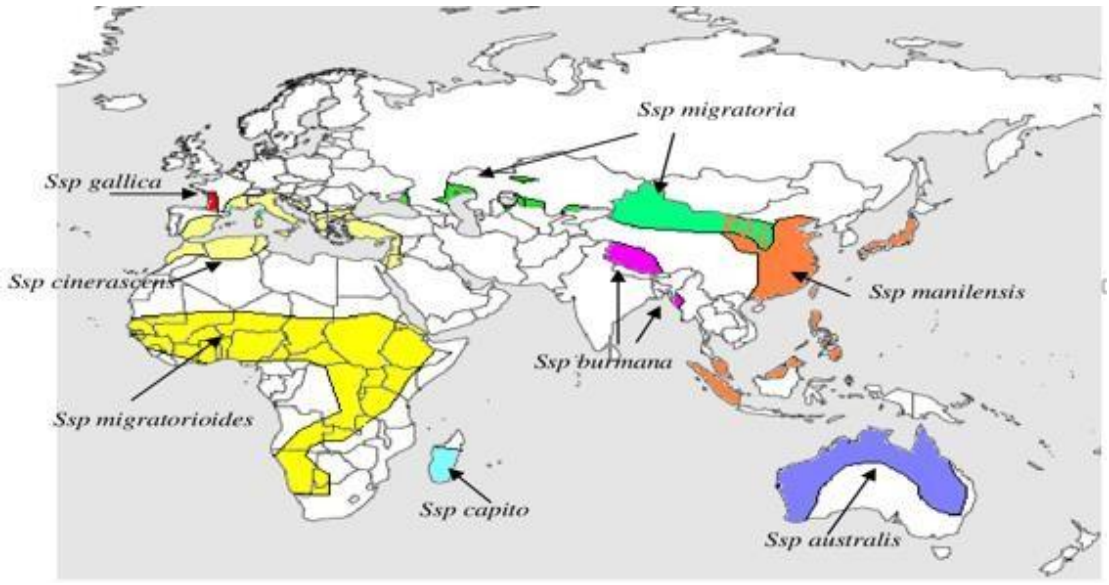


Figure 4 : Répartition des différentes sous espèces de Locusta migratoria dans le monde GRICHANOV et SAULICH (2003)

- la sous-espèce *burmana* (Ramme, 1951).
- la sous-espèce *capito* (Saussure, 1884).
- la sous-espèce *cinerascens* (Fabricius, 1781).
- la sous-espèce *manilensis* (Meyen, 1835).
- la sous-espèce *migratoria* (Linnaeus, 1758).
- la sous-espèce *migratorioides* (Reiche et Fairmaire, 1849).

1.4.2. En Algerie

Les densités enregistrées actuellement au nord sont généralement très faibles et les individus isolés passent facilement inaperçus. Il n'en est pas de même dans le sud algérien, où les pratiques agricoles favorisent le développement de populations de ce ravageur (OULD ELHADJ. M.D ,2002).

1.5.Ecologie

Le criquet migrateur *Locusta migratoria* favorise les conditions chaudes (température optimale de 20 à 25 °C), modérément humides et les steppes ou savanes avec peu ou pas de couverture d'arbres (ANONYME, 1995).

Les locustes sont des espèce graminivore, géophytophile et hygromésophile connue sous le nom de sauterelle migratrice coule de lumières (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

1.6.Les Dégâts occasionnés par le criquet migrateur

Un ravageur important pendant la phase d'invasion est le criquet migrateur. Les dommages sont principalement limités aux graminées (mil, maïs, riz, canne à sucre, blé...), bien que pendant l'invasion, les bananes, les ananas, le palmier à huile et le palmier dattier peuvent également être touchés. Le criquet migrateur vit seul et habite des habitats mésotrophes dans toute son aire de répartition. Les essaims des régions grégoriennes partent comme précurseur de l'invasion généralisée.

Dans le delta du Niger, les inondations et en particulier le déclin pendant la saison sèche mettent en évidence des habitats refuges pour l'espèce à un moment de l'année où elle connaît des difficultés extrêmes en raison de l'assèchement de ses environs. Les régions rendues disponibles par l'évacuation de l'eau profitent de l'humidité persistante, de la flore brièvement turgescente et des populations de sauterelles sédentaires. Le début du gréement se produit lorsque la vitesse de la perte d'eau révèle de vastes étendues qui se dessèchent rapidement et font remonter les criquets dans des espaces toujours plus petits. Une densité élevée favorise le contact entre les individus et amorce le processus de transition de phase (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

2. . Données bibliographiques sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria)*

Le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, une locuste bien connue dans les faits et les fables, a toujours menacé l'Afrique et l'Asie depuis les temps les plus anciens.

2.2. Taxonomie

Taxonomie du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (FAO Guidelines 2003) :

Classe	Insectes
Ordre	Orthoptères
Sous-Ordre	Caelifères
Famille	Acrididae
Sous-famille	Cyrtacanthacridinae
Genre	Schistocerca
Espèce	*Schistocerca gregaria*

2.3. Origine et répartition géographique

Le Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), L'insecte en question appartient à l'ordre des Orthoptères et sa répartition principale (en dehors des périodes de pullulation) s'étend dans des zones arides et semi-arides se situant en l'Afrique de l'Ouest (Sénégal, Mauritanie, Mali, Niger, Tchad), au Maghreb (Maroc, Algérie), en Afrique du Nord (Libye, Egypte), en Afrique de l'Est (Soudan, Ethiopie, Somalie, Erythrée, Kenya) mais aussi au Proche-Orient (Arabie saoudite, Yémen principalement), jusqu'en Asie du Sud-ouest (Pakistan, Inde) ; (Waloff 1972; (COPR) 1982). Par ailleurs, en Afrique australe, il existe des populations géographiquement isolées de cet insecte qui ne causent pas de problèmes en agriculture. (Botha 1969).

2.4.. Biologie du Criquet pèlerin

La durée de développement du criquet peut varier de 2 à 6 mois et se déroule en trois stades : l'œuf, la larve (ou nymphe) et l'imago . Seul l'adulte, après la mue imaginale, possède des ailes fonctionnelles. Entre-temps, Les larves des criquets passent par cinq ou six stades de croissance. Au stade adulte, Les individus des criquets sont d'abord sexuellement immatures, et la période de maturation peut varier de 3 semaines à 9 mois. C'est à ce stade qu'ils sont capables d'entrer en quiescence pour survivre dans des environnements défavorables tels que des milieux très arides ou des températures basses . La femelle du criquet peut pondre de 80 à 160 œufs par oothèque , et en moyenne, chaque femelle pond deux oothèques en milieu naturel. (Symmons et Cressman 2001). Dans des conditions optimales de température et d'habitat, il a été mesuré qu'une femelle peut produire de 16 à 20 nouveaux criquets par génération. Cependant, malgré cela, la prédation exercée par des insectes prédateurs, des parasites et des champignons entomophages est assez efficace pour réguler la démog de criquets dans des conditions écologiques favorables, telles qu'une végétation abondante et des raphie des criquets, Il est effectivement possible d'observer une augmentation très rapide, voire une explosion de la population précipitations bien répartie.

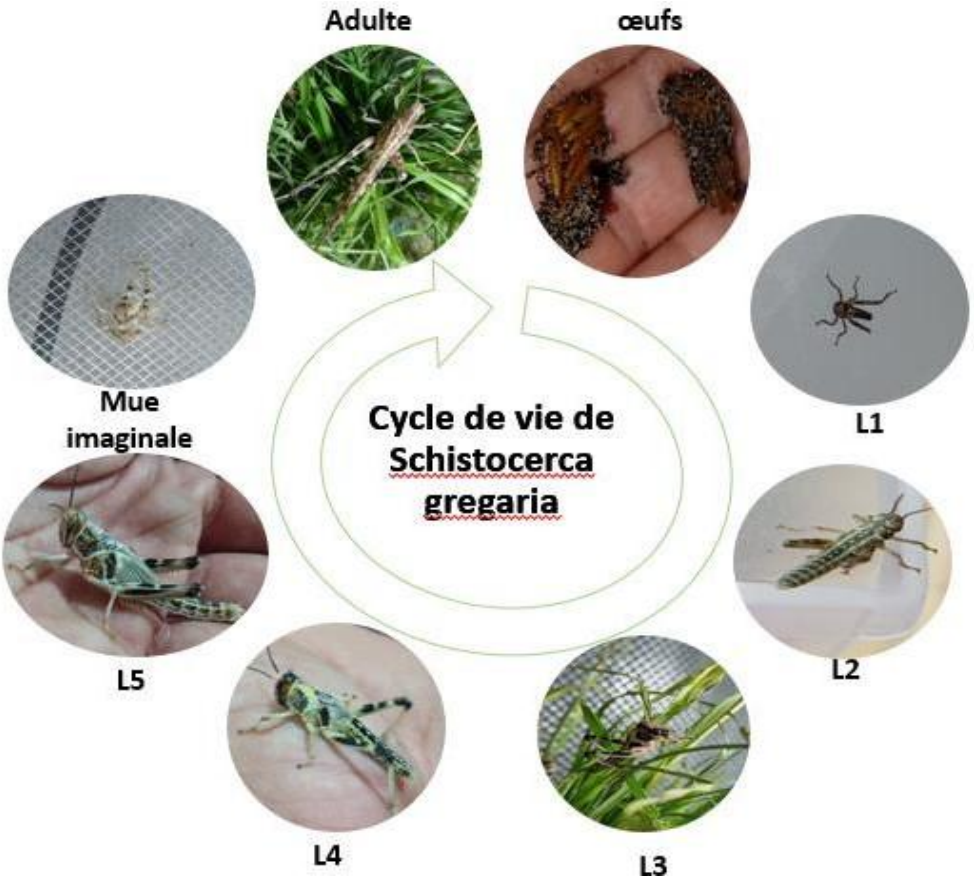


Figure 5 Cycle de vie de *Schistocerca gregaria* (ORIGINALE)

2.5. Le polyphénisme de phase

Le polyphénisme de phase correspond à la capacité du criquet à adapter son comportement en fonction de la densité de population. Il peut passer d'une phase solitaire à une phase grégaire, influençant ainsi ses traits de migration et d'agrégation. Le comportement grégaire des individus a pour effet de concentrer les criquets, ce qui a un impact direct sur la dynamique des populations. La grégarisation est un mécanisme clé qui entraîne une rétroaction positive, conduisant à des regroupements de plus en plus importants d'individus et à une agrégation plus forte.

Au sein du groupe, le comportement grégaire est très distinctif. Les larves se suivent dès leur éclosion, formant ainsi une bande larvaire qui se déplace au sol. Ces bandes peuvent ensuite se regrouper pour former des ensembles plus importants, Les individus regroupés forment des essaims et se déplacent en volant tous ensemble, créant ainsi une formation ressemblant à un "tapis roulant", où les premiers individus du nuage se posent tandis que les derniers s'envolent. Ils peuvent couvrir des surfaces gigantesques : de 1 km2 à plusieurs centaines de km2 contenant

de 40 millions à 80 millions de criquets par km2 (Symmons et Cressman 1994). Ces essaims vont ensuite pondre, à de fortes densités, des descendants déjà grégaires (Uvarov 1966).

2.6. Dégâts

En effet, des groupes de criquets peuvent se former, proliférer et causer d'importants dégâts aux cultures. Par exemple, lors de la dernière invasion du Criquet pèlerin de 2003- 2005 en Afrique de l'Ouest, les communautés touchées ont subi des pertes agricoles évaluées à 2,5 milliards de dollars. (Brader 2006). La grande capacité de dispersion du Criquet pèlerin en fait un ravageur encore plus redoutable. Pendant les périodes de pullulation importante, avec une densité supérieure à 300 individus par hectare, sa surface d'occupation est considérable, s'étendant sur environ 29 millions de kilomètres carrés répartis dans une soixantaine de pays. En comparaison, pendant les périodes de rémission, sa surface d'occupation est réduite à environ 16 millions de kilomètres carrés, couvrant une trentaine de pays. Cela illustre l'ampleur des déplacements et de l'impact potentiel de cette espèce lors de ses pullulations. Les essaims de criquets grégaires se déplacent principalement avec le vent et sont capables de parcourir au moins 100 kilomètres par jour (Symmons et Cressman 2001).

3. La lutte antiacridienne

L'édit du 10 juillet 1920 rend obligatoire la lutte contre les sauterelles en Algérie. A la conclusion de cet ordre, les syndicats de défense fondés dans toutes les communes et financés de manière adéquate reçoivent le contrôle complet sur l'organisation de la lutte. Cet édit a été modifié par un décret daté du 1er février 1929, qui a transféré le contrôle technique du conflit aux services de défense des cultures. Les effets de cette décision se sont immédiatement fait sentir. D'autres fois, cependant, nous étions impuissants à arrêter la destruction causée par les sauterelles (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936).

L'homme face aux invasions intermittentes de criquets en ingéniosité pour recourir à toute une gamme de moyens de lutte préventifs, écologiques, physiques, chimiques et biologiques (LOMER et PRIOR, 1992).

3.1. La lutte préventive

Le contrôle préventif implique de s'impliquer le plus tôt possible dans le développement des pullulations, lorsqu'il y a encore un nombre fini de surfaces qui peuvent

être traitées et qu'il y a suffisamment de main-d'oeuvre pour atteindre un objectif. Pour éviter que le cricket commence une procédure de gréement est la principale chose à retenir. Cette lutte revêt par la prospection dans les zones grégarigènes, la surveillance des conditions météorologiques et les traitements des foyers de grégarisation (SHOWLER et POTTER, 1991).

3.2. La Lutte Ecologique

Selon (DURANTON *et al,* 1987), La lutte écologique consiste à modifier l'environnement au désavantage de l'acridien. Les suggestions de lutte écologique sont nombreuses, mais les applications à grande échelle sont encore très rares car on prend toujours le risque de remplacer un problème par un autre. Parmi les moyens se trouvent :

-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.

3.3. La Lutte physique et mécanique

Les premières techniques de lutte antiacridienne sont mécaniques. Elles varient selon qu'elles nuisent physiquement aux œufs, aux larves ou aux oiseaux. Pour atteindre le frai le plus profond, le champ doit être labouré de 10 à 15 cm. Cela entraîne la destruction des œufs. En raison du fait que le travail du sol ne peut pas être fait sur des sols inaccessibles aux tracteurs ou aux charrues, cette méthode nécessite des zones cultivées.

En recueillant des criquets dans un fossé qui a été construit en préparation, il est possible de détruire les larves et les jeunes insectes volants avec des téguments de graines non traités. À l'aide de vêtements, de plantes ou de sons (tambours, cris, chansons), on peut plier. Le feu est entretenu à l'aide d'herbe sèche, de cordons de végétation ou de lance-flammes. À l'exception du moment où ils sont positionnés au sol à l'aube et au crépuscule, grégaires ailés sont difficiles à éliminer mécaniquement. Ils ont été attaqués avec des flammes et des grenades (Duranton et al, 1982).

3.4. La Lutte Chimique

La seule méthode efficace pour éradiquer ces ravageurs demeure les opérations de lutte chimique à grande échelle. L'arsenal chimique utilisé pour combattre les insectes est très diversifié en termes de composition, d'utilisation et de dispersion**.**

Selon DURANTON et al. (1982), la lutte chimique consiste à atteindre les acridiens ravageurs, directement ou indirectement (par la végétation) au moyen de substances actives, naturelles ou de synthèse, pour les tuer ou les faire fuir**.**

3.5. La Lutte Biologique

Selon THIAM et al. (2004), La lutte biologique est une option supérieure pour la protection de l'environnement et de la santé. L'utilisation d'armes biologiques présente des options pour mettre fin à l'invasion acridienne tout en protégeant la santé humaine et l'environnement. À l'échelle mondiale, diverses espèces végétales et animales ont été reconnues comme pouvant être utilisées dans la lutte contre le criquet.

3.5.1. Les ennemis naturelles

In addition, a variety of naturally occurring predators, parasitoids, parasites, and pathogens (fungi, bacteria, protozoa, and viruses) prey on or inhabit locusts. According to GREATHEAD et al. (1994), several of these result in insect mortality.

3.5.2. Les champignons et les bactéries

Selon MEINZINGEN,(1997), Un nombre croissant de produits antiparasitaires sont créés à partir de virus entomopathogènes, de champignons, de nématodes et de protozoaires. La majorité de ces biopesticides sont acceptables pour l'environnement et tous sont considérés comme non dangereux.

3.5.3. Hormones et phéromones

Ils peuvent être utilisés pour briser les bandes et les essaims ou pour arrêter le processus de grisonnement. Cependant, l'efficacité d'un tel traitement n'a pas été démontrée, et il n'y a pas de produit sur le marché. Bien qu'ils ne présentent pas de toxicité aiguë, ces composés sont très sélectifs (CRESSMAN et DOBSON, 2001).

3.5.4. Les Extraits végétaux

L'une des formes de la lutte biologique fait appel à l'utilisation des substances acridicides, acridifuges ou antiappétantes contenues dans les plantes pour protéger les cultures (PASQUIER et GERBINOT, 1945).

Ces plantes contiennent des substances bioactives dans leurs différentes parties qui ont des propriétés anti-appétantes, répulsives ou même insecticides. Les principes actifs, auxquels les plantes médicinales doivent, le plus souvent, leurs propriétés, appartiennent à cette catégorie de substances qu'on range habituellement aujourd'hui parmi les substances « secondaires » :

alcaloïdes, hétérosides, essences à terpènes ou à dérivés du phényl-propane (cinnamiques, etc.), lignanes, résines, gommes, etc. La formation de ces principes peut être accrue ou non par les conditions climatiques (PARIS et DILLEMANN ; 1960).

Partie II. Données bibliographiques sur les plantes étudiées

1. Présentation du *Zygophyllum album*

1.1 Historique

La famille des *Zygophyllaceae* (famille des Caltrop), qui prospère dans les régions semi-arides et méditerranéennes, contient environ 25 genres et 240 espèces. Un groupe de plantes succulentes connues sous le nom d'espèces Zygophyllum peuvent survivre au sel et/ou à la sécheresse et s'épanouir dans des environnements arides et rudes. De nombreuses espèces de *Zygophyllum*, comme *Z.simplex, Z.cocceniem, Z.album, Z.fabago* et *Z. dumosum*, sont de petites herbes vivaces avec des feuilles charnues et des fleurs.(Shawky et al., 2019).

Zygophyllum album L, est l'une des nombreuses plantes utiles dans le monde. Quatre espèces de *Zygophyllum* sont connues en Algérie(Belmimoun et al., 2017).

1.2. Description

Zygophyllum album est un arbuste vivace faible (20-30 cm de haut) avec beaucoup de tiges ramifiées. Il a des feuilles vert bleuté opposées avec des pétioles. Ses fleurs sont blanches, et la floraison se produit en mars. Le fruit a 5 lobes dilatés soudés à leur base puis élargissant le pic (Mohammedi, 2020). Cette plante possède plusieurs noms vernaculaires tels que Bougriba, El Agga, ou encore Haggaya(Abderrahmene et al., 2020)



Figure 6*:* Plante *zygophyllum album (*KHAMMES al 2017) .

1.3. Classification

Selon (BOUMAZA, 2009 ; AWAAD et al,2012 ; BELGUIDOUM, 2012) et (BENHAMMOU, 2012) et (Mohammedi, 2020) le zygophyllum album est classé comme suit :

Règne	plantae
Embranchement	Spermaphyte
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Ordre	Brassicales
Famille	*Zygophyllum*
Sub famille	*Zygophylloideae*
Genre	*Zygophyllaceae*
Espéce	*Zygophyllum album L*

1.4. L'utilisation medicinale :

Il est utilisé dans la pharmacopée traditionnelle saharienne pour le traitement des rhumatismes, de la goutte, de l'asthme et aussi des morsures de scorpion. En outre, cette plante est utilisée comme anesthésique local, diurétique, antihistaminique et antidiabétique(Abderrahmene et al., 2020) .

Ainsi il a été rapporté que la plante *Zygophyllum album* a une large activité biologique. (Shawky et al., 2019) :

Tableau 1 : L'Activité biologique de *zygophyllum album*.

Zygophyllum album	Activités biologique
	Antioxidant Anti-acetylcholinestérase Anti diabétique Antiinflammatoire Antihyperlipidemique Anti-hypertensif Amaigrissement

1.5. Composition chimique

Selon shawky et al 2019 l'espèce *zygophullum album* riche des compositions chimiques Indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 2 : les compositions chimique de *Z.album.*

Zygophyllum album	classes chimiques	composés identifiés
	Flavonoïdes	Isorhamnetin
		Isorhamnetin-3-*O*-*β*-*D*-glucoside
		Isorhamnetin-3-*O*-*β* galactopyranosid
		Isorhamnetin-3-*O*- *β* –rutinoside
		Quercetin-3-*O*-*β*-glucopyranoside
		Kaempferol
	Hydroquinone carboxylique acide	acide gentisique
	Sterols	β –sitosterol
		Stigmasterol
	Triterpenoid	acide Ursolique
		acide Oleanolique
	Anthocyanins	acide quinovique 3-α-L-rhamnoside
		Malvidin 3-rhamnoside
	Terpene alcohol	Linalool
	hydrocarbons Acyclique	Tricosane
	Monoterpène bicyclique cétone	Camphor
	Monoterpène alcohol	α-Terpineol

	Monoterpène	Carvone
	Alkaloids	Harmine (β-carboline alkaloid)
	β –amyrin	Triterpenoid

2. Présentation de Randonia Africana

2.1.Historique

Randonia africana Coss. (Resedaceae) est une plante ligneuse à feuilles caduques, vivace et épineuse Les habitants du Sahara utilisent les feuilles et rameaux de cette plante en infusion pour traiter les piqûres des scorpions.

2.2. Description

Randonia africana est un arbuste très ramifié de 5-10 dm, transportant de petites feuilles linéaires ou spatulées et de longues grappes de petites fleurs jaunâtres; réceptacle en coupe, portant ordinairement 8 sépales, 8 pétales et 16 étamines ; capsule globuleuse terminant par deux pointes, et contenant 2 à 4 graines(*Mémoire de Magister PDF (1)*, n.d.)



Figure 7: Plante *Randonia Africana* (OuledAli 2018, Atlas-Sahara).



Figure 8: tiges et feuilles de *Randonia africana* Boudnid-Erfoud 2016, Atlas-Sahara.

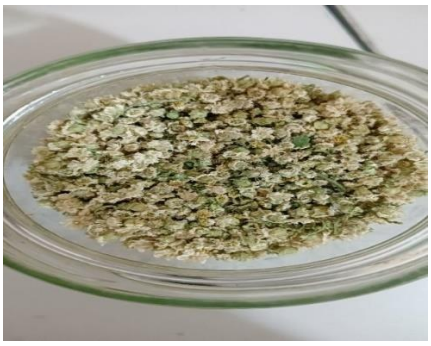


Figure 9: Fruits de *Randonia Africana* (ORIGINALE).

2.3. Distribution géographique

Randonia africana Coss, Sa répartition est relativement continue sur le continent africain, s'étendant du Sénégal, de la Mauritanie à l'est de l'Afrique du Nord, de l'Éthiopie et de la Somalie. C'est certainement sahélo-arabe avec quelques tendances aux territoires soudanais (Abd El-Ghani & Marei, 2007)

Il existe 20 espèces et sous-espèces de la famille des Resedaceae en Algérie, dont 17 espèces Reseda, 1 espèce *Randonia* (*R. africana*), 1 espèce Astrocarpus (*Astrocarpus sesamoides*) et 1 espèce Oligomeris (*Oligomeris linifolia*). Ce dernier est une espèce endémique saharienne. Six des espèces de Reseda se trouvent au Sahara, y compris l'endémique Reseda villosa et Reseda arabica. Six autres espèces se trouvent au nord, tandis que cinq espèces se trouvent à la fois au Sahara et au nord and It grows as the lone species of the genus in the septentrional Sahara(Berrehal et al., 2010).

2.4. Classification

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyte
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Ordre	Brassicales
Famille	*Resedaceae*
Genre	*Randonia*
Espéce	*Randonia africana*

2.5. Composition chimique

Selon Berrehal et all, les parties aériennes de *R. africana Coss*. neuf glycosides flavonoïdes, à savoir le kaempferol-3-O-b-glucopyranoside (1), le kaempferol-3-O-b-glucopyranoside-7- O-a-rhamnopyranoside (2), le 8-hydroxykaempferol, le 8-méthyléther 3-O-b- glucopyranoside-7-O-a-rhamnopyranoside (sexangularetine) (3), le kaempol-3,7-di-O-a- rhamnopyranoside (4), kaempferol-3-Ob-xylopyranosyl-(1000/200)-O-a-rhamnopyranoside-
7-O-a-rhamnopyranoside (sagittatine A) (5), quercetin-3,7-di-O-a-rhamnopyranoside (6), quercetin-3-O-b-glucopyranoside-7-a-rhamnopyranoside (7), isorhamnetin-3-O-b-glucopyranoside (8) et isorhamnetine-3,7-di-O-a-rhamnopyranoside (Berrehal et al., 2010).

3. Présentation de Salsola imbricata

3.1.Définition

Ces plantes sont fréquentes dans les régions arides et semi-arides de notre planète (Boulos, 1999). Généralement, ces plantes poussent sur des terrains plats, souvent secs et/ou légèrement salins, avec quelques espèces présentes dans les marais salants.. *Salsola imbricata Forsk. subsp. imbricata* (syns = *Chenopodium* baryosmum = *Salsola foetida* = *Caroxylon imbricata* = *Salsola baryosma*) Il s'agit d'un arbuste largement répandu, connu sous le nom arabe. ‘‘Harm’’, (Ta¨ckholm, 1974 ; Batanouny, 1999).

3.2. Morphologie

Les plantes appartenant au genre Salsola se présentent sous la forme d'arbustes, de sous-arbustes, d'annuelles ou d'herbes vivaces. Elles se distinguent par leurs petites feuilles sessiles, souvent succulentes, qui peuvent être disposées de manière opposée ou alternative. La plupart ont des fleurs bisexuées situées à l'aisselle des feuilles. Ces fleurs peuvent être solitaires ou regroupées pour former des inflorescences lâches ou des épis denses. Chaque fleur est soutenue par deux bractéoles proéminentes. Les fleurs ont un périanthe composé de cinq segments, souvent durs (parfois ailés chez les fruits), et un ovaire supérieur. Les graines sont horizontales et l'embryon est en forme de spirale.. (Altay V, et all) (Borger C, et all 2008
)(Boulos L 1999) .



Figure 10: plante *Salsola imbricata*, Atlas-Sahara

3.3. Répartition géographique

Salsola imbricata Il s'agit d'une des espèces importantes. du genre Salsola qui est distribué au Yémen, dans le golfe Persique, en Israël, en Afrique, en Iran, au Pakistan, Afghanistan et Inde.(H. Freitag, I. et all 1997) (M. H. Oueslati, et all 2006) .

3.4. Taxonomie :

Le genre Salsola fait partie de la famille des Amaranthacées, qui est une famille de plantes à fleurs. Cette famille est classée dans l'ordre des Caryophyllales. (Nazish M et al 2019) Depuis longtemps, Salsola est considéré comme l'un des plus grands genres de la famille des Chénopodiacées, comprenant entre 100 et 190 espèces.(Akhani H, et all 2014).

En effet, Salsola est désormais classé parmi les genres des Amaranthacées suite à la fusion de la famille des Chénopodiacées avec la famille Amaranthacées, conformément aux dernières classifications phylogénétiques des angiospermes (AGP-IV), (Nazish M et all 2019) (Rudov A,et all 2020)(Kanwal D,et all 2017) .

Les plantes appartenant au genre *Salsola* ont la suivante la classification taxonomique (Akhani H, et all 2014) (Kanwal D,et all 2017) (Hernandez-Ledesma P et all, 2015)

Règne	Plantae - Plantes
Classe	Magnoliopsida – Dicotylédones
Ordre	Caryophyllale
Famille	Amaranthacées(anciennement Chénopodiacées)
Sous-famille	*Salsoloideae*
Genre	*Salsola*
Espése	*Salsola imbricata Forssk*

3.5. Utilisation médicinale

Salsola imbricata Il est largement utilisé comme une bonne source d'alimentation pour les chameaux (Ta¨ckholm, 1974 ; Batanouny, 1999). Les femmes Bushmen en Namibie et en République d'Afrique du Sud utilisent les extraits aqueux des espèces de Salsola en médecine traditionnelle comme contraceptif oral (Swart et al., 2003). Au Moyen-Orient, Salsola baryosma est utilisé pour ses propriétés anti-inflammatoires et diurétiques. (Al-Saleh et al., 1993). Il a également été rapporté que *Salsola baryosma* possède des effets antioxydants (Ahmad et al., 2008) Il a également été signalé que *Salsola baryosma* possède une activité dépresseur du système nerveux central (SNC). (Woo et al., 1977).

3.6.. Composition chimique

Arafa I. Hamed a 1, et all décrivent l'isolement de deux nouveaux glycosides triterpéniques, Ils décrivent également l'isolement de deux glycosides triterpéniques connus, le pseudoginsenoside RT1 et le silphioside G. (Tanaka et al., 1985), et un glycoside nortriterpène connu boussingoside A2 (Espada et al., 1990). Leurs structures ont été élucidées à l'aide de nombreuses méthodes spectroscopiques dont 1D- (1 H et 13C) et 2D-RMN (DQF- COSY, HSQC, HMBC et TOCSY) ainsi que l'analyse ESIMS.

3.7. Activité biologique :

A notre connaissance, cette espèce n'a fait l'objet d'aucune étude biologique auparavant, sauf celle décrite par Berrehal et ses collaborateurs (2010) sur la composition chimique de *Randonia africana.*

Chapitre II :

Matériel et méthodes

L'objectif

Notre objectif essentiel est d'évaluer l'activité insecticide de l'extrait methanolique et ethanolique à base de trois plantes (*randonia africana , salsola imbricata , zygophyllume album)* sur les larves L4 de *Locusta migratoria* et de *Schistocerca gregaria*. Pour cela, nous avons testé leur effet sur quelques paramètres physiologiques et morphologiques, tel que leur effet sur le taux des protéines et des enzymes hémolymphatiques, la morphogénèse et le développement des larves L4 des deux acridiens.

-Matériel et produits utilisés (Annexe 1)

1. **Matériel biologique**

1.1. Les Locustes

1.1.1. L'élevage des criquets

Les individus de criquet migrateur *Locusta migraturia* qui ont fait l'objet de cette expérimentation proviennent d'un élevage réalisé au laboratoire au niveau de département des sciences de la nature et la vie à l'université de Mèdèa, Ils ont été capturés de la nature (terrain) dans la région d'Adrar en Mars 2023 par notre Encadreur et Co-encadreur.

La cage de l'élevage en bois destinée à l'élevage des adultes est disposant de supports, et équipée de deux pondoirs remplis de sable stérilisé et humidifié ; l'une de ses faces est dotée d'une tissue moustiquaire permettant l'accès à l'intérieur de la cage, son aération ; l'ouverture et la fermeture de la cage sont assurées par une fermeture éclair. Son ouverture permet d'effectuer les différentes tâches à effectuer à l'intérieur des cages (nettoyage, changement des aliments, vérification des pondoirs). Pour assure le processus de reproduction, il faut respecter les conditions idéal de température et de luminosité et régulièrement pulvérisés pour maintenir l'humidité et le succès la ponte.

Les individus sont nourris avec des gazons et du son de blé comme supplément protéique et la nourriture est échangée chaque 24h.

Des aliments frais sont donnés aux criquets tous les jours, les restes de nourriture, les excréments et les criquets morts sont éliminés, les cages et l'équipement sont nettoyés, et les pondoirs sont vérifiées et humidifiées.

Une fois les femelles pondues, les oothèques récoltées sont placées dans des boites avec du sable mélangé avec la tourbe stérilisé et humidifié afin d'éviter la dessiccation des œufs. Les boites sont recouverts d'une toile moustiquaire pour l'aération et troués à la base pour permettre l'infiltration de l'eau en cas de surplus afin d'éviter le risque de la pourriture des œufs, Et ils sont mis dans des conditions appropriées pour l'incubation des œufs.



Figure 11: cage d'élevage des adultes de *Locusta migratoria* (originale)



Figure 12: cage d'élevage de *Schistocerca gregaria* (originale)



Figure 13 : cage d'élevage des larves des *L. migratoria*.



Figure 14*:* œuf, des oothèques, matière spumeuse de *locusta migratoria*. *(*originale)



Figure 15 : oothèques des *criquets migrateurs* (originale)

La durée de l'incubation varie selon les conditions surtout la chaleur, entre 10 à 13 jours dans l'étuve et environ 15 jours à température ambiante.

Apres l'éclosion, les larves sont déplacées dans une nouvelle cage toujours elle est recouvertes d'un tulle moustiquaire à petites mailles, avec une fermeture. Les conditions d'élevage de tous les stades larvaires et les imagos sont les mêmes que pour les adultes.



Figure 16: l'eclosion des criquets (originale).



Figure 17: les des différentes stade larvaires des *Locusta migratoria* (originale).



Figure 18: individu larve 5 et imago de *schistocerca gregaria* (originale).

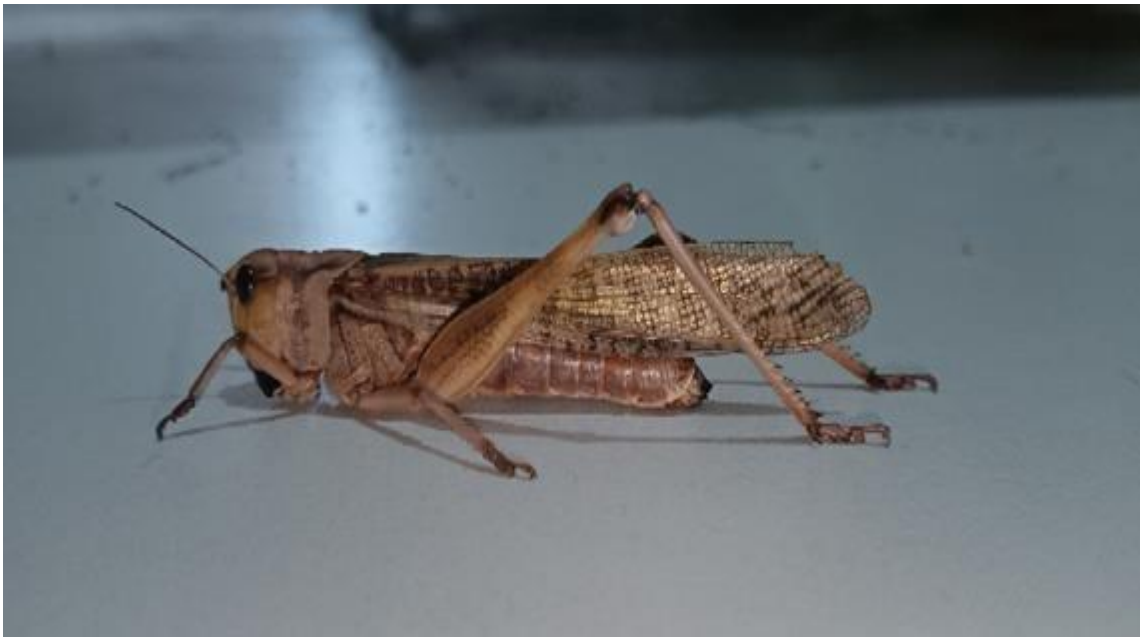


Figure 19 : Adulte femelle de *locusta migratoria* (originale).

Quelques paramètres ont été suivis pendant l'élevage



Figure 20 : embryon a stade 3 de *S.gregaria* (originale).



Figure 21 : embryon a stade 8 de *S.gregaria* (originale).



Figure 22 : la troisième mue de *L.migratoria* (originale).



Figure 23 : la mue de L5 de *S.gregaria* (originale).



Figure 24 : la mue imaginale *de locusta migratoria* (originale).



Figure 25 : l'accouplement chez *L.migratoria* (originale).

2. Matériel végétal

Les plantes (*Zygophyllum album, Salsola impricata, Randonia africana*) sont récolté dans le même biotope que le criquet en période de fleuraison dans la région de Adrar en Mars 2023 **.**

2.1. Préparation des Extraits

Les plantes sont séchées à température ambiante en l'obscurité pendant 15 jours et ensuite les feuilles sont broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à leur réduction en poudre.

L'extraction des composant actifs était réalisée selon la méthode de l'extraction alcoolique par éthanol et méthanol, Nous mettons 25g de poudre de chaque plante (*zygophyllum album, salsola imbricata, randonia africana*) dans 100 ml de éthanol et méthanol, ensuite agiter les solution sur agitateur magnétique pendant 24h, Puis filtrées à l'aide du papier filtre . Les filtrats obtenu sont évaporés à le rotavapor a 70 C° (évaporateur rotatif) après on va récupérer et placées à l'étuve . Les extraits sont récupèrent soit poudres ou pâteuses.

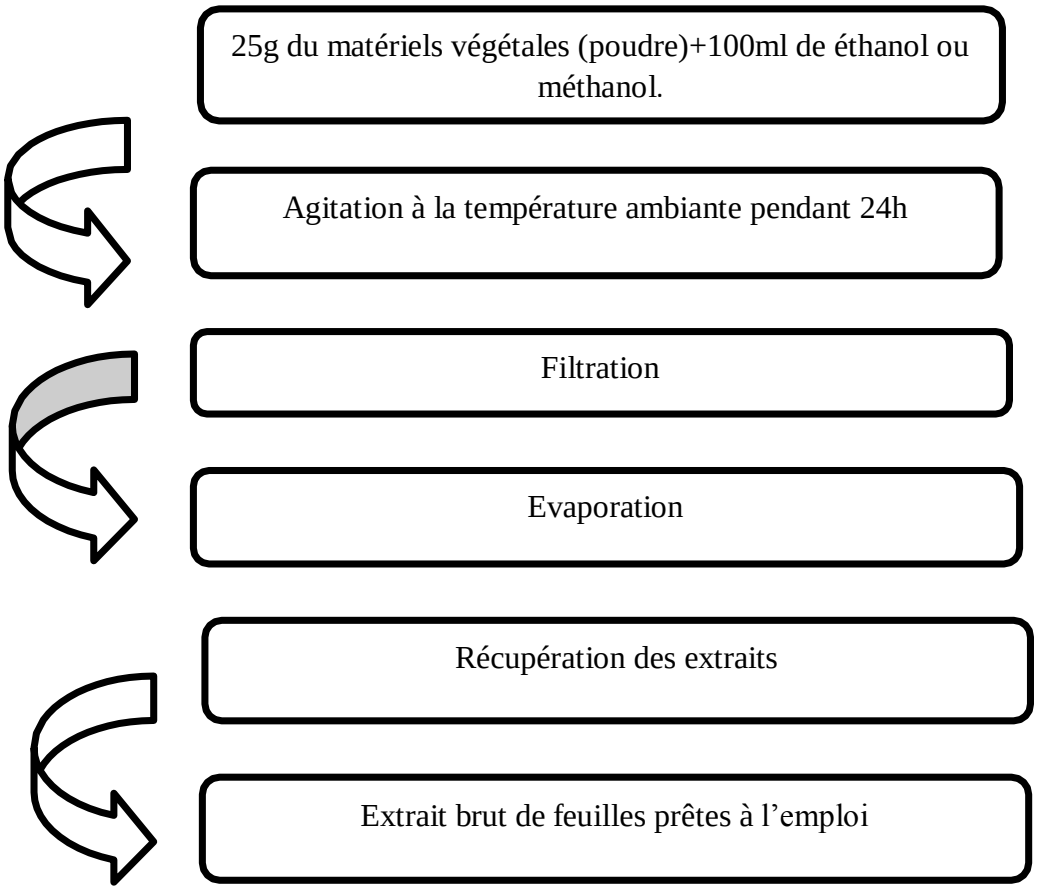


Figure 26 : les étapes de préparation les extraits.

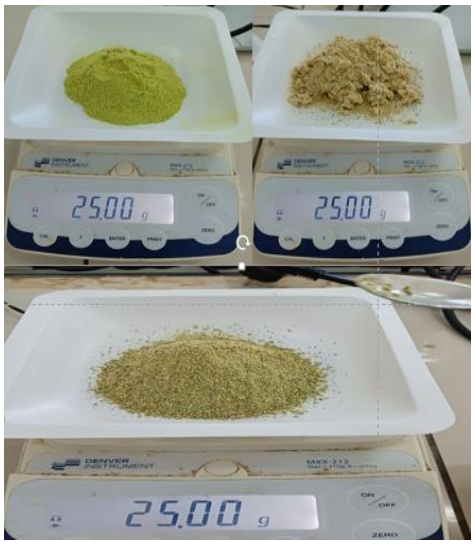


Figure 27: les poudres des plantes.



Figure 28 : Agitation des solutions.



Figure 29 : La filtration.



Figure 30 : L'évaporation.



Figure 31 : Récupération des extraits.



Figure 32 : Les Extraits bruts .

2.2. Détermination quantitative des extraits bruts

2.2.1. Le Rendement

Le rendement des différents extraits obtenus a été déterminé en calculant le rapport entre la masse des extraits bruts a l'état sec et de la matière végétale utilisée :

R% = MES / Me × 100

R% : rendement en pourcentage

MES : masse d'extrait sec(g)

Me : masse de poudre (g).

2.3. Analyse quantitative et qualitative des extraits des plantes

2.3.1. Screening phytochimique

Ce test permet une analyse qualitative basée sur des réactions de coloration et/ou de précipitation et utilisant des réactifs spécifiques, en vue mettre en évidence des substances chimique contenues dans la partie aérienne des plantes.

2.3.2. Préparation de l'infusé

Une quantité de 10g de la poudre végétale est ajoutée dans 100 ml de l'eau bouillante et la solution ainsi est gardée au repos pendant 30 min. Après filtration et nous avons obtenu l'infusé .

2.3.3. Analyse d'Anthocyanes

5ml d'infusé sont ajoutées quelques gouttes d'ammoniaques. L'apparition d'une couleur rouge, indique la présence des anthocyanes.

2.3.4. Analyse de tanins et composants phénoliques

A 5ml d'infusé sont additionnés quelques de $fecl_3$ à 5%. La réaction donne une coloration bleue noir en présence des tanins.

2.3.5. . Analyse les alcaloides

Introduire 1g de poudre végétale dans un tube à essai et ajouté 10ml d'acide sulfurique H_2SO_4(10%). Agiter énergiquement pendant 2mn et filtrés, puis ajouter 2 gouttes de réactif de dragondorff. L'apparition d'une précipitation rouge oranger indique la présence de ce molécule.

2.3.6. Analyse des glucosides

A 2g de poudre végétale, sont ajoutées quelques gouttes d'acide sulfurique. La formation d'une coloration rouge brique ensuite violette indique la présence des glucosides.

2.4. Détermination les teneurs des composants des plantes

Ce test permet une analyse quantitatives des composés phénoliques.

2.4.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu . Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par (Singleton et Ross, 1965) en y apportant quelques modifications. Brièvement, dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 200 µl de chaque extrait a été ajouté, avec un mélange de 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois, et 800 µl d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 %. Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min. L'absorbance est lue à 765 nm. Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 1000 µg/ml)((Ali-Rachedi et al., 2018).

2.4.2. Dosage des flavonoïdes totaux

Une quantité de 1 ml de chaque échantillon et de standard (préparée dans le méthanol) est ajoutée à 1 ml de la solution d'AlCl3 (2 % dissous au méthanol). Après 10 minutes, l'absorbance a été mesurée par rapport au blanc préparé de réactif au λmax = 430 nanomètres. Les concentrations des flavonoïdes ont été déduites à partir de la gamme de la courbe d'étalonnage établie avec la quercétine (0-35 µg/ml). Les résultats ont été exprimés en milligrammes d'équivalents de quercétine par 100 g d'extrait : mg EQ/100g d'extrait (Ghedadba et al., 2015).

3. Etude de l'effet des extraits des trois plantes sur les paramètres physiologiques et morphologiques des larves L4 de *S. gregaria* et de *L. migratoria*

3.1. . Traitement des larves

L'étude de l'effet des extraits éthanolique et méthanolique des *Zygophyllum album*, *Salsola imbricata* et *Randonia africana* été faite sur des larves de quatrième stade. Le traitement a été fait par deux méthodes de pénétrations.

3.1.1. Ingestion

A l'émergence, 21 individus de stade L4 sont séparais en sept groupes de trois individus et sont soumis à un jeune de 24h afin de les affamer. Chaque boite est portant le nom de la plante, le type d'extrait, la dose testée et le numéro de la répétition, chaque cage on a mis un peu de gazon , les témoins sont pulvérisés par

de l'eau distillée et chaque boites avec un type d'extrait a dose de 30% de la solution mère, Après 24 heures l'exposition des individus à l'extrait, la nourriture traitée est retirée des cages et fut remplacer par une nouvelle nourriture traité.

3.1.1.1.Les paramètres mesurés

Aprés le 4ème jour de traitement, On prélève 500 µl de l'hémolymphe de deux acridiennes et déposée dans des microtubes Eppindorf, ensuite on ajoute 01ml de tompon de phosphate a PH 7.0 et placé les eppindorfs dans une centrifugeuse (10000 à 10min à 4C°).

Le Surnageant est la source des enzymes et utilisé pour la détermination les paramètres suivantes *:*

1) Dosage des protéines

La teneur en protéines des différents extraits obtenus est quantifiée par spectrophotométrie à 595 nm selon la méthode de Bradford, (1976),le milieu réactionnel est composé de 500µL extrait et de 1,5ml de Bradford puis agitation pendant 1min, la teneur est mesurée par un spectrophotomètre à une longueur de 595nm.

2) Dosage de catalase (CAT)

Selon la méthode décrite par Aebi, (1984),Le milieu réactionnel est composé de 1,5ml de tampon phosphate(50mM,ph=7) et de70 µL extrait, la réaction se commence par l'ajoute de 930 µL H2O2 (15mM),l'absorbance est enregistrée à 240nm.

3) Dosage de Glutathion-S-transférase (GST)

L'activité GST a été déterminée selon Xia et al., (2009). Le milieu réactionnel de GST se compose de 1930µL, 250µL GSH (10Mm), 250µL (CDNB-10Mm) et 70µL d'extrait. Les réactions ont été initiées avec l'ajout du substrat CDNB dans l'éthanol. La formation enzymatique de 2,4-dinitrophényl-S-glutathion à 340 nm (E = 9,6 mM-1 cm-1) a été surveillée pendant 5 min et corrigée pour les contrôles non enzymatiques.

3.1.2. Contact

A l'émergence, 14 individus de stade L4 sont séparais en sept groupes de deux individus. Chaque boite est portant le nom de la plante, le type d'extrait, la dose testée et le numéro de la répétition, chaque cage on a mis un de gazon pour la nourriture, les individus sont pulvérisés par les extraits testée et chaque boites avec un type d'extrait a dose 100% de la dose mère sauf les témoins.

3.1.2.1. Les paramètres mesurés

1) L'observation morphologique

Après le traitement , nous suivons les changements morphologique des individus traités.

2) Technique histologique

Après le 8ème jour de traitement, On prélève la cuticule de chaque individus et déposée dans alcool 70% pour la conservation avant d'effectuer la technique histologique.

La technique histologique sur laquelle on s'est basé pour la réalisation des coupes histologiques est celle de MARTOJA et MARTOUJA (1967) et GABA(1968).

-Prélèvement de la cuticule :

Chaque larve a été fixée per des épingles entomologique sur la face dorsale. A l'aide de ciseau fin, l'abdomen est coupé du reste du corps ainsi que son extrémité postérieure. Les viscéres, le tissu adipeux et les muscles sont enlevés a l'aide d'une pince fine, puis la cuticule est déposée entre deux feuilles de papier filtre afin d'enlever le restant de tissu pouvant y adhérer.

- La fixation :

La fixation représente le temps essentiel de la technique histologique. Son but consiste a ('immobilisation de la structure des échantillons réalises. Elle se fait par émersion des pièces dans de liquide de Bouin alcoolique. Elle est réalisée dans des flacons portants des étiquettes a sont mentionnées les indications nécessaires concernant rage des individus et le type de traitement. Le temps nécessaire a la fixation est de 8 jours. Aucun lavage particulier n'est nécessaire après la fixation.

-La déshydratation des pièces :

Apres fixation, les pièces passent directement dans des bains successifs d'alcool de concentration croissante : 70°, 95° puis 100° afin d'éliminer I 'eau contenue dans celles-ci. Deux bains d'alcool 70° de 30 mn chacun suivis de deux bains d'alcool 95° de 30 mn chacun puis de

deux bains d'alcool 100° de 30 mn chacun sont nécessaires pour mettre fin a Faction du liquide fixateur.

-L'inclusion et la mise en bloc des pièces :

Pour éliminer complètement les traces d'alcool, une imprégnation complète des pièces par un solvant à paraffine est nécessaire. Comme l'alcool n'est pas miscible à la paraffine, il risquerait que la paraffine ne pénètre pas dans les pièces contenant encore des traces d'alcool. Le solvant le plus couramment utilise est le butanol. Les pièces passent par trois bains de butanol de 24 h. L'imprégnation des pièces se fait à chaud dans un bain mélange homogène butanol -paraffine en fusion dans une étuve a 60° C. Les pièces provenant du dernier bain de butanol sont directement mises dans un bain mélange homogène butanol- paraffine pendant deux heures. Les pièces passent ensuite dans un premier bain de paraffine pure pendant 3 jours, puis un deuxierne bain de la même durée. L'inclusion ou la mise en bloc de l'ensemble pièces et paraffine, consiste à la mise de cet ensemble dans un moule (barre de leuckart) contenant de la paraffine fondue juste après sa sortie de dernier bain de paraffine pure, la pièce est orientée transversalement. Des étiquettes ou sont mentionnés les noms des produits utilises, la dose de traitement ainsi que rage des individus sont introduites dans la paraffine avant sa solidification. Les blocs obtenus permettent une conservation illimitée des échantillons à la température de laboratoire.

- Exécution et collage des coupes :

Les coupes sont confectionnées grâce à un appareil ; le microtome (Américain Optical, corporation 820 SPENSER). Mais avant leur réalisation, les blocs sont tailles au scalpel pour éliminer l'excès de la paraffine qui entoure l'organe. L'épaisseur des coupes est de 7 u m. Les coupes réalisées sont déposées sur des lames bien propres portant des étiquettes ou sont mentionnées les informations nécessaires concernant l'échantillon. Leurs collages se fait avec de l'eau gélatinée sur une platine chauffante a une température inférieure à celle de la fusion de la paraffine. Lorsque les rubans sont bien étales, l'eau en surplus est éliminée à l'aide d'un papier filtre. Le séchage des coupes s'effectue à l'intérieur d'une étuve à 40°C pendant au moins une nuit avant d'être colorées.

- La coloration des coupes :

Plusieurs techniques peuvent être utilisées selon le but recherché. Dans notre cas, la coloration permet de mettre en évidence la structure de la cuticule. Plusieurs manipulations intermédiaires sont nécessaires pour passer de la coupe sèche collet sur la lame A ('observation microscopique.

a. Le déparaffinage et la réhydratation : Afin de ne colorer que le matériel biologique A

observer, il faut débarrasser les coupes de leurs inclusions. Pour cela, il faut chauffer les lames sur une platine chauffante 1 A 2 mn afin de faire fondre la paraffine. Ensuite, il faut faire passer les pièces dans deux bains de 15 mn chacun de toluène, deux bains d'alcool absolu de 30 mn, ensuite deux bains d'eau distillée de 5 mn chacun pour la réhydratation des pièces. b. La coloration proprement dite Plusieurs techniques sont utilisées selon le but recherché, dans notre cas, nous utiliserons la coloration topographique polychrome a l'azan de Heidenhein. Elle permet une coloration différentielle des différentes couches cuticulaires.

Selon MARTOJA et MARTOJA (1967), le mode opératoire suivi pour la coloration est le suivant :

-L'acide picrique est éliminé par un séjour de 30 mn des lames dans I ‘alcool aniline puis elle sent lavées a l'eau distillée.

-colorer pendant 1 heure o 60°C d'azocarmin préalablement portée à 60°C.

-Sans laisser refroidir, laver a l'eau distillée.

- Différencier par l ‘alcool aniline pendant 1mn à 30 mn.

-Faire séjourner les lames 30 s o 1 mn dans l ‘alcool acétique.

- Laver a l'eau distillée.

-Traiter par I ‘acide phosohotungstique pendant 1/4 d'heure à 1 heure.

- Laver A l'eau distillée.

-Colorer par le bleu Heidenhain pendant 1/2 heure à 2 heures.

- Le montage :

Déshydratation La déshydratation consiste à faire passer les lames dans : Deux bains d'alcool 70° de 30 mn, chacun. Deux bains d'alcool 95° de 30 mn, chacun. Deux bains d'alcool 100° de 30 mn, chacun. Une fois que les coupes sont totalement déshydratées, Elles doivent être placées dans un solvant du milieu de montage qui est le toluène. Deux bains de toluène de 15 mn, chacun sont nécessaires.

a. Montage au baume de canada On dépose une goutte de baume de canada près des coupes puis on dépose la lamelle sans faire de bulles. Les lames encore très fragiles à ce stade sont placées dans étuve A 37°C durant au moins 48 h. Les lames peuvent être conservées indéfiniment après séchage.

b. observations L'observation des coupes ainsi que les mesures des différentes couches cuticulaires sont réalisées a raide d'un microscope photonique muni d'un objectif micrométrique. La prise de photos a été réalisée sous microscope photonique muni d'un appareil photos.

Ce schéma représente les méthodes utilisées dans notre travail (figure 33) :

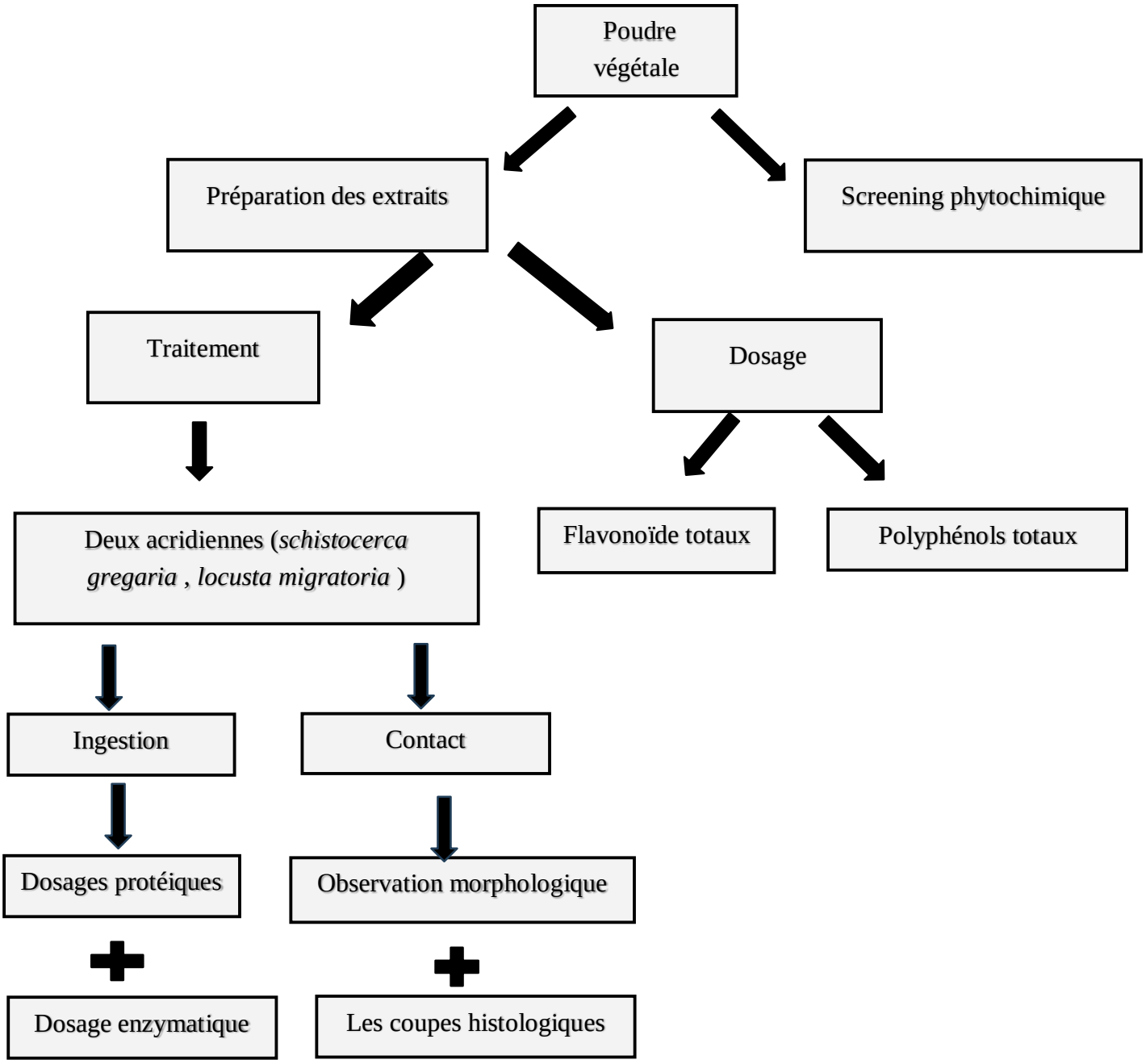


Figure 33 : résumé des méthodes utilisées.

Résultats et discussion

1. Détermination quantitative des extraits bruts

1.1.Rendement des extraits

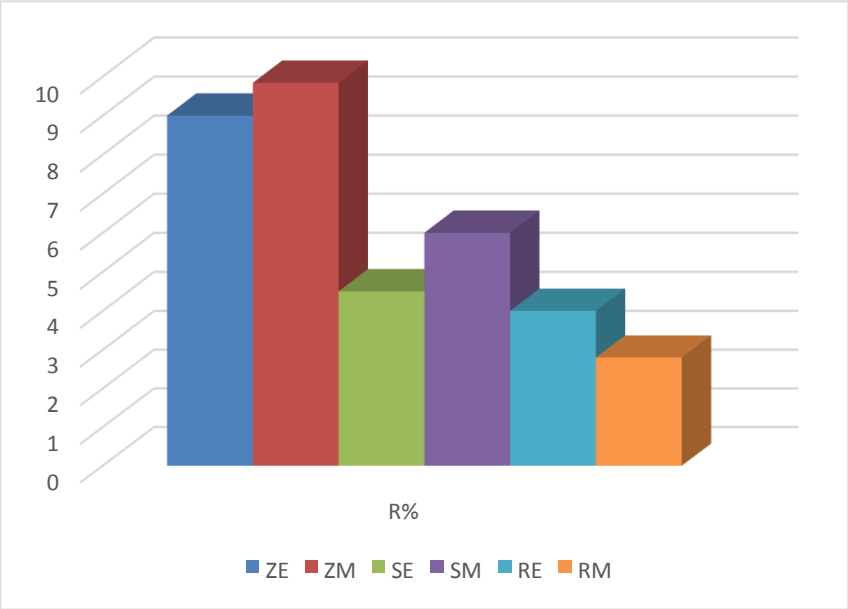


Figure 34 : Le Rendement de l'extraction.

D'après l'histogramme ci-dessus, on a signalé que les rendements des extraits varient légèrement d'une plante à une autre. Il ressort que le rendement le plus élevé est obtenu dans l'extrait brut méthanolique et ethanolique de *Zygophyllum album* respectivement (9.84%, 9%) suivi de l'extrait méthanolique et éthanolique de *Salsola imbricata* respectivement (6% , 4.5%), ensuite l'extrait éthanolique et méthanolique de *Randonia africana* respectivement (4%, 2.8%). Nous avons noté aussi que le rendement trouvé avec l'extrait méthanolique est important par rapport à l'extrait éthanolique.

Selon Quy Diem Do et *al*., 2014, le rendement d'extraction est le rapport de la quantité de substances naturelles extraites par l'action extractive d'un solvant à la quantité de ces substances contenues dans la matière végétale. Il dépend de plusieurs paramètres tels que : le solvant, le pH, la température, le temps d'extraction et la composition de l'échantillon.

Chez *Zygophyllum album* et *Salsola imbricata*; l'extrait méthanolique a donné des rapports plus élevés comparativement à l'autre extrait et certaines études confirme ces résultats.

Selon l'étude de Yekhlef (2010) qui a obtenue des résultats similaires avec nos résultats. L'extrait méthanolique de Laurus nobilis représente le rendement le plus élevé (21.94 %) par rapport à l'extrait éthanolique (20.05 %).

En revanche, d'autre étude reporte que le rendement de l'EM et l'EA de la fleur du Capparisspinosa est presque le même (21.58 ; 21.48 % successivement) (Meddour, 2011) .

D'autres résultats ont été obtenus dans une recherche menée par Benammar et al. (2008) sur Rhamnus alaternus L, une espèce originaire de la Tunisie. Les extraits méthanoliques des feuilles et des tiges de la plante étudiée ont des rendements plus élevés que les extraits aqueux.

Berahel. (2008) a noté que le rendement trouvé pour *Randonia africana* n'est pas significatif. Le même auteur (année) affirme que le rendement dépend de la méthode utilisée et les conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée (type de solvant, température et la durée d'extraction,…), et même aussi est due à la période de prélèvement, aux facteurs climatiques, géologiques et biologique de la plante.

2. Analyse quantitative et qualitative des extraits des plantes

2.1. Screening photochimique

Test / Plantes	Tanins	Les composés phénoliques	Les alcaloïdes	Les anthocyanes	Les glucosides
Zygophyllum album	++	++	++	-	++
Salsola imbricata	+++	+++	+	-	++
Randonia africana	+	+	+	-	+

+++ : Réaction très importante. ++ : Réaction importante.

+ : réaction moyennement importante - : absence de réaction.

Le Screening phytochimique réalisé pour *Zygophyllum album*, *Salsola imbricata* et *Randonia africana* a permis de mettre en évidence la composition chimique des différentes trois plantes étudiées.

Nous avons noté que *Zygophyllum album* est riche en tanins, en composés phénoliques et en alcaloides et elle est pauvre en anthocyanes.

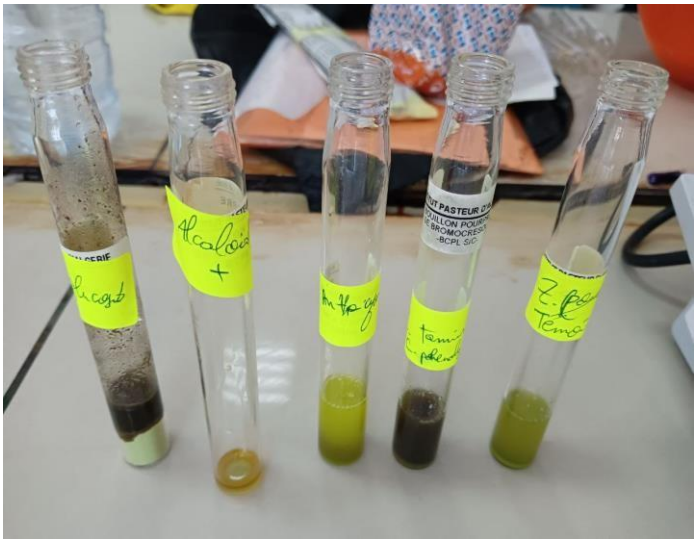


Figure 35 : screening phytochimique de *zygophyllum album*.

Nous avons trouvé aussi que les feuilles *Salsola imbricata* sont très riches en tanins et en composés phénoliques. Elles sont riches en composé phénolique , moyennement riches en alcaloides. Les anthocyanes sont absents dans les feuilles de *Salsola imbricata.*

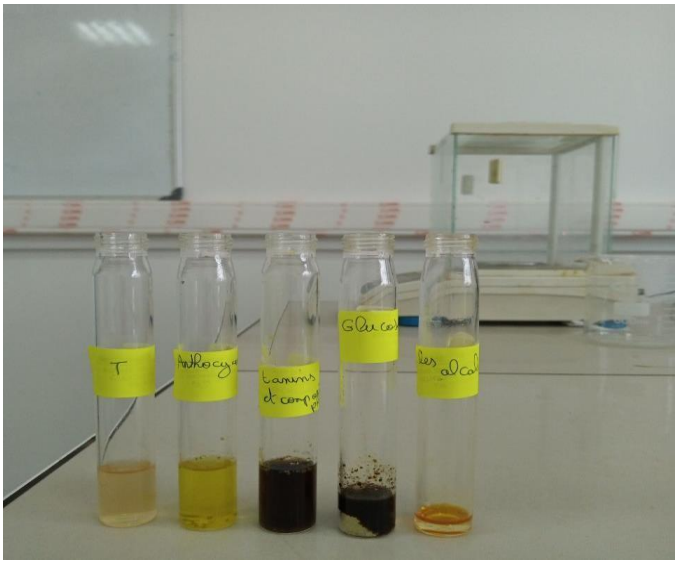


Figure 36 : screening phytochimique de *Salsola imbricata*.

Nous avons enregistré aussi que les feuilles de *Randonia africana* sont moyennement riches en tanins, en composés phénoliques, en alcaloides et en glucosides et elles sont pauvre en anthocyanes.

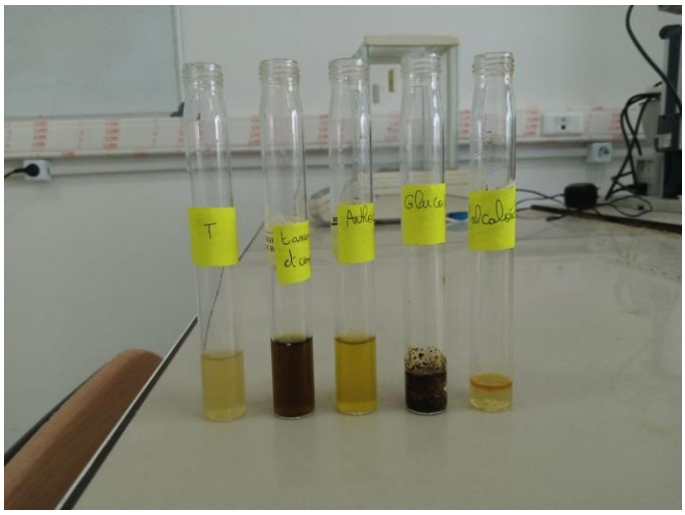


Figure 37 : screening phytochimique de *Randonia africana*.

Une évaluation préliminaire de la composition chimique des extraits de la partie aérienne des plantes a donné des résultats similaires à ce qu'il a été trouvé par plusieurs études précédents sur les métabolites secondaires de *Z.album, S.imbricata* et *R.africana*.

Ksouri *W* et al ont démontré l'absence de dérivés anthracéniques libres et d'anthraquinones dans les espèces de *Z l'album*, ce qui concorde avec nos résultats. Ainsi les travaux de *Boumaza A., 2009* ont montré nos résultats sur les métabolites secondaires de l'extrait de méthanol de Zygophyllum cornutum coss.

Selon (ElNaggar et al., 2022) et des études phytochimiques précédentes sur des plantes appartenant au genre Salsola indiquent la présence de divers groupes de métabolites secondaires, tels que les alcaloïdes , les cardénolides et les stéroïdes , les coumarines et , les composés phénolique et triterpène glycosides.

A notre connaissance, cette espèce n'a fait l'objet d'aucune étude biologique auparavant, sauf celle décrite par Berrehal et ses collaborateurs (2010) sur la composition chimique de *Randonia africana ;* qui montrent que la genre de Resedaceae contienne plusieurs dérivés de Flavonoïdes glycosides.

3. Détermination des teneurs des composants des plantes étudiées

3.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé selon la méthode de Folin-Ciocalteu. Nous avons utilisé l'acide gallique comme standard. En se basant sur la valeur d'absorbance de la solution de l'extrait, ayant réagi avec le réactif de Folin-Ciocalteu et comparée à la solution

étalon en équivalence d'acide gallique (Annexe 02), les résultats de l'analyse colorimétrique des composés phénoliques totaux sont représentés sur la Figure 38.

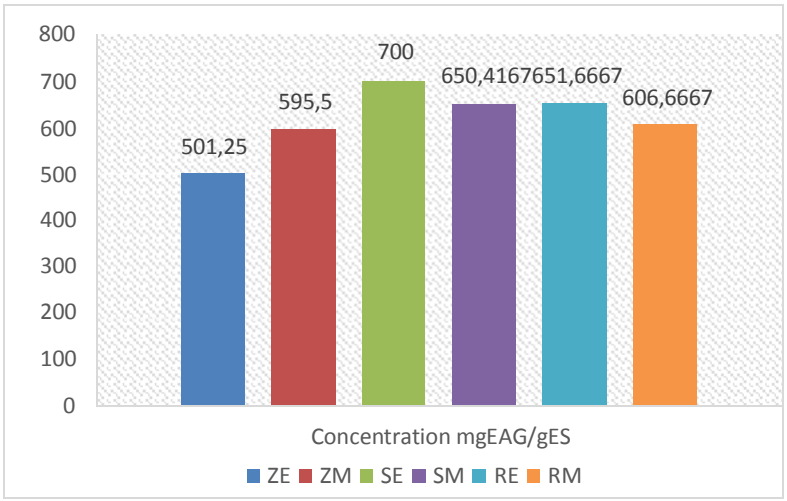


Figure 38 : teneurs de polyphénol totaux des trois plantes *Z.album, S.imbricata et R.africana* et ses extraits (méthanol et éthanol).

Nous constatons que les feuilles de l'extrait méthanolique de *Salsola imbricata* sont riches en polyphénols avec une teneur de l'ordre de 700 mgEAG/gES, suivi par les autres extraits qui sont aussi riche en polyphénols mais il y pas une différence significative marquée entre eux.

D'après ces résultats, on déduit que le contenu phénolique dans les extraits examinés dépend de la polarité du solvant utilisé pour l'extraction.

Pour les polyphénols chez les deux extraits de *Z.album* les valeurs obtenues sont généralement fortes.

Nous avons comparé nos travaux avec d'autres études, tel que (Belmimoun et al., 2017) qui ont donné des valeurs faibles. Selon Obeid et *al.* (2007), la quantification et l'identification des polyphénols des extraits végétaux sont considérées comme la première étape vers l'évaluation de la capacité antioxydante. En général, la diversité des plantes est responsable de la grande variabilité des propriétés physicochimiques qui influent sur l'extraction des polyphénols. La solubilité des composés phénoliques a notamment été affectée par la polarité du solvant utilisé.

3.2.Dosage des flavonoïdes totaux

Les taux des flavonoïdes des extraits ont été calculés à partir de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant la quercétine comme standard (Annexe03). Ils sont exprimés en termes de mg EQ/g ES

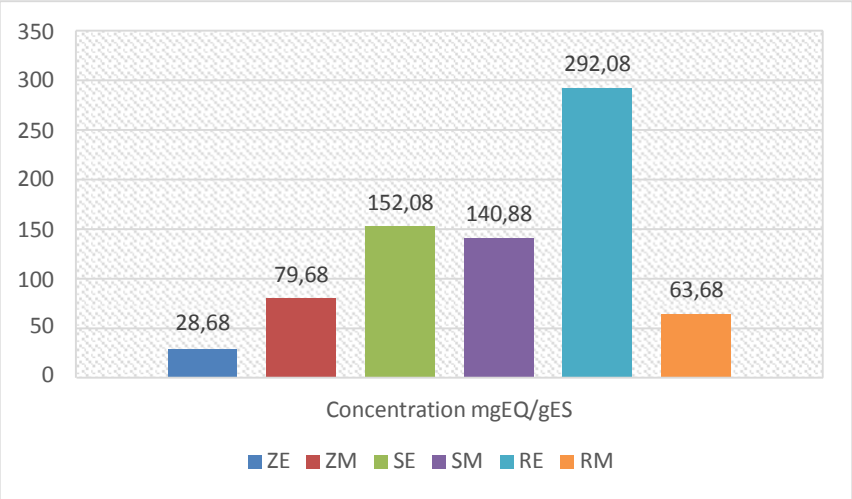


Figure 19 : teneurs de flavonoïde totaux des trois plantes *Z.album, S.imbricata* et *R.africana* et ses extraits (méthanol et éthanol).

Les résultats présentés dans l'histogramme montrent que les teneurs en flavonoïdes totaux varient considérablement entre les différents extraits. L'extrait ethanolique de RE donne un maximum de flavonoïdes (292.08mg EQ/g ES), suivi par l'extrait ethanolique et methanolique SE et SM avec (152.08, 140.88 mg EQ/g ES), ensuite par ZM et RM (79.68, 63.68 mg EQ/g ES), Tandis que la plus basse concentration des flavonoïdes a été mesurée dans l'extrait ethanolique ZE avec (28.68 mg EQ/g ES).

Selon les travaux de Belmimoun et al., 2017, ils sont généralement faibles chez Z.album et S.imbricata.

La concentration des flavonoïdes dans les extraits de la plante, dépend de la polarité des solvants utilisés dans la préparation des extraits. Berrahal et *al.* (2010) ont démontré chez *R. africana* la présence de 09 types de flavonols glycosides : deux monoglycosides, six diglycosides et un trioside.

Il est difficile de comparer nos résultats avec ceux de la bibliographie, car plusieurs facteurs peuvent influer sur la qualité et la quantité.

Répartition des composés phénoliques dans nos extraits, en particulier les facteurs climatiques et environnementaux : zone géographique, sécheresse, sol. *)Ebrahimi N.S, et al 2008(* période de récolte, phase de croissance et partie de plante utilisée *(Miliauskas G et al ,2004)*, méthode d'extraction et quantification. La sélectivité du solvant utilisé peut également influer sur la teneur totale en polyphénols et en flavonoïdes (*Lee K.W et al, 2003).*

4. Etude de l'effet des extraits des trois plantes sur quelques paramètres physiologiques et morphologiques chez les larves L4 de *S. gregaria* et *de L. mgratoria* après le traitement

4.1. Ingestion

4.1.1. Au niveau cellulaire

1) Détermination des teneurs en protéines

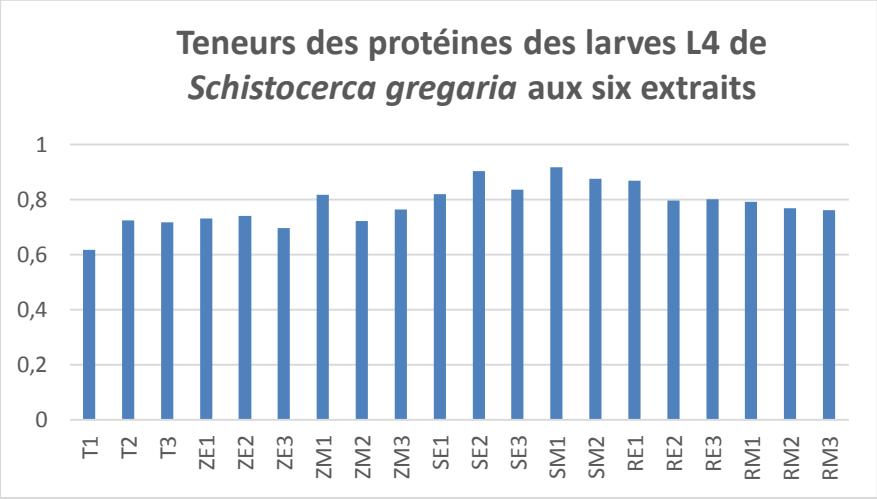


Figure 40 : Teneurs des protéines des larves L4 de *Schistocerca gregaria* aux six extraits.

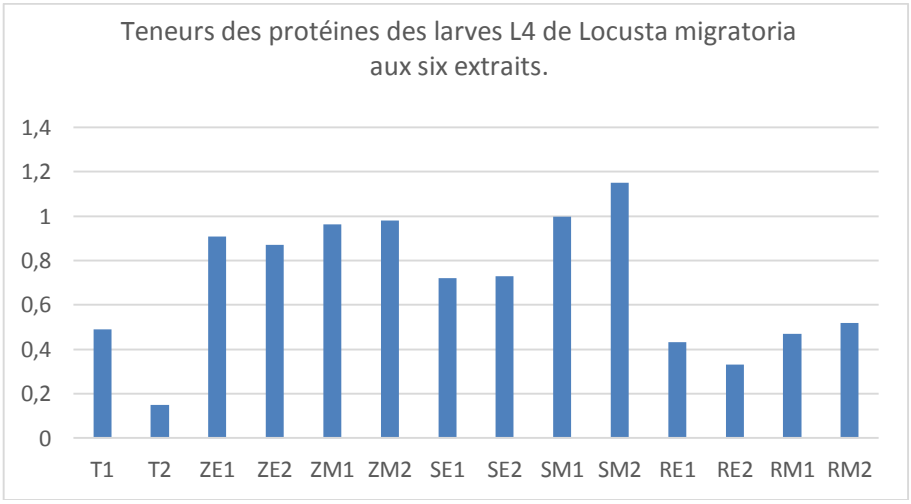


Figure 41 : Teneurs des protéines des larves L4 de *Locusta migratoria* aux six extraits.

D'après les résultats, on constate que le taux des protéines des larves L4 des deux acridiens traitées par six extraits par ingestion diffère significativement de celui de témoin. l'extrait SM a donné une concentration maximale a 357.667mg/g MF et une concentration minimale a ZE a 291mg/gMF par rapport au témoin 285.167mg/g MF chez *S. gregaria* .Chez *Locusta* l'extrait SM a un teneur maximale a 411.208mg/g MF ensuite ZE, ZM, SE respectivement (354.95, 388.91, 286.625mg/gMF), Tandis que les concentrations RE et RM respectivement (189.75, 143.5mg/gMF) non significative par rapport au témoin. (172.04mg/g MF).

On constate aussi que les taux de protéines les plus élevés ont été enregistré chez *L. migratoria* par rapport à *S. gregaria.*

Le traitement des larves L4 avec les six extraits a entraîné soit une augmentation ou une diminution de la concentration des protéines par rapport à celle déterminée chez les témoins. Cette différence de taux des protéines dépend de la plante utilise, l'extrait choisi et aussi selon l'espèce acridienne.

Nos résultats concernant l'augmentation de taux des protéines par rapport aux témoins après l'application de traitement de six extraits des plantes par voie d' ingestion sont en accord avec ceux de COULYBALY (2002), qui a signalé une augmentation de la concentration desprotéines hémolymphatiques *d'Anacridium aegyptium* chez les traités par *B. bassiana* et*M.flavoviride*. Il a justifié cette augmentation de la protéinémie chez les traités par une intense activité de vitéllogénèse des femelles traitées.

Contrairement à nos résultats, BOUHACEIN (1999), a noté une diminution des concentrations de protéines après le traitement des L5 et des adultes de *locusta migratoria* avec *B. bassiana* et *M.flavoviride*. et les résultat de MOUSSA (2003), qui a noté une diminution significative des protéines hémolymphatiques et cuticulaires chez *Locusta migratoria* traités à l"huile de Neem.

HEMOUR (2009), a reporté dans son étude que le *M. anisopliae* a entrainé une altération de la protéinémie hémolymphatiques des individus traités de *Schistocerca gregaria*, avec une réduction de taux de protéines des imagos mâles et femelles.

Selon outtar (2009); les différentes traitements ont entrainé des variations dans le taux des protéines hémolymphatiques des larves L5 de *S. gregaria* et *L. migratoria* soit par une augmentation ou par une diminution selon le produit et selon l'espèce acridienne.

2) Détermination des teneurs de catalase(CAT)

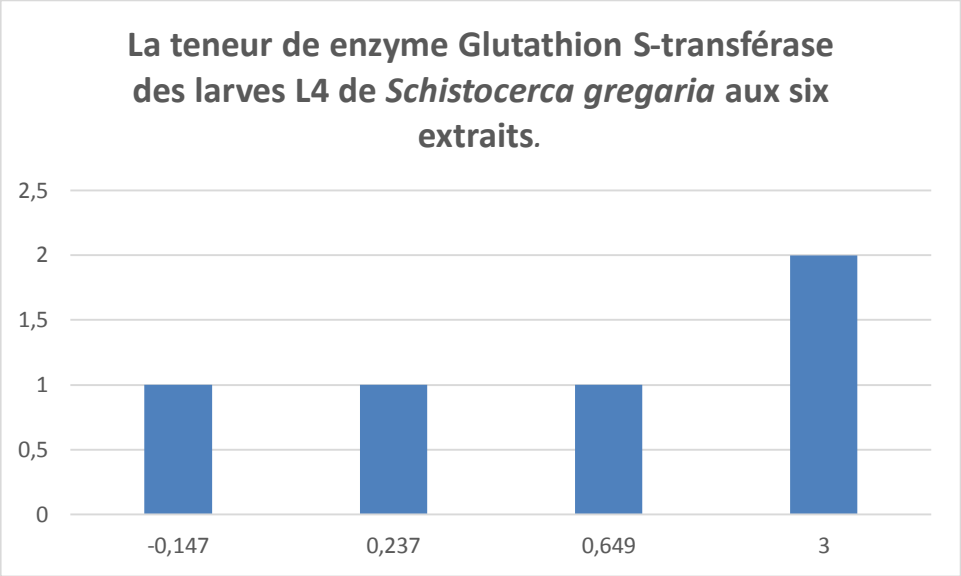


Figure 42 : La teneur d'enzyme catalase des larves L4 de *Schistocerca gregaria* aux six extraits.

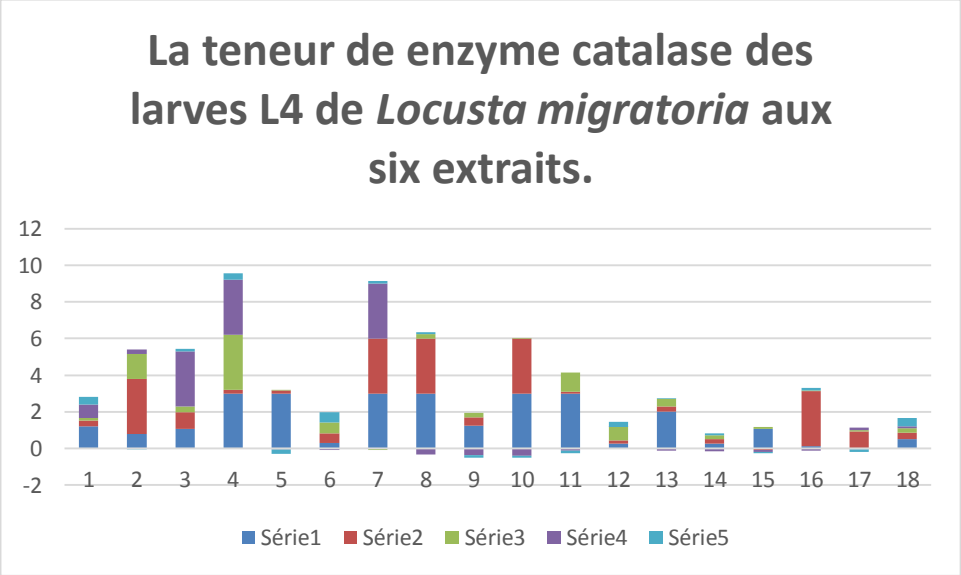


Figure 43 : La teneur de enzyme catalase des larves L4 de *Locusta migratoria* aux six extraits.

D'après les résultats, on constate que la teneur de catalase des larves L4 des deux acridiens traitées avec les six extraits par ingestion diffère significativement de celui des témoins.

Nous avons remarqué à partir les résultats suivant que la catalase présente une activité spécifique qui est hautement significativement chez la majorité des extraits RM (20.035U/mg Prot), SM (2.010035U/mg Prot), RE (1.942035U/mg Prot), ZE (1.385035U/mg Prot), SE (1.203035U/mg Prot) sauf ZM (0.9364035µ/mg Prot) est non significative comparativement au témoin (0.572035U/mg Prot) chez schistocerca gregaria. Ces teneurs diminue chez les larves de *Locusta migratoria* par rapport aux témoins, Les teneurs enregistrés sont de 2.21 µ/mg Prot a témoin, SE(2.00 µ/mg Prot), RM(1.91 µ/mg Prot), RE(1.40 µ/mg Prot), SM(0.87 µ/mg Prot), ZE(0.58 µ/mg Prot) et ZM a (0.42 µ/mg Prot) . les concentration les plus basse enregistre en ZM et ZE.

Les composés polluantes sont capables d'altérer le système de défense de l'organisme suite à la production des composés radicalaires tel que le radical hydroxyde (OH-) et le peroxyde d'hydrogène (H2O2) (Rodriguez-Ariza 1993, Sole *et al*. 1995, Khessiba *et al*. 2001) .

Les xénobiotiques sont capables de produire des radicaux libres dits primaires ou ROS qui dérivent de l'oxygène par des réductions à un électron tels l'anion superoxyde O2.- et le radical hydroxyle OH (Lopez *et al*. 2007).

D'autres espèces dérivées tel que le peroxyde d'hydrogène (H2O2) peuvent être des précurseurs de radicaux. Ces espèces réactives de l'oxygène (ROS) peuvent endommager les molécules biologiques conduisant à des effets secondaires capables d'altérer l'état de l'organisme (Bebianno & Barreira 2009).

Au niveau cellulaire, les enzymes antioxydantes sont capables de neutraliser ces espèces réactives de l'oxygène. Parmi ces enzymes la catalase réduit le peroxyde d'hydrogène en eau (H2O) et oxygène moléculaire (O2).

Les résultats de cette étude démontrent que les extraits des plantes employés possèdent une toxicité puissante ainsi qu'une activité répulsive contre les larves de *locusta migratoria* et *S.gregaria*. les composes phénoliques possède un propriété insecticides et provoque des perturbations dans les processus vitaux.

Le mécanisme de détoxication des xénobiotiques impliquent plusieurs types d'enzymes qui dégradent les insecticides en métabolites moins toxiques. Le processus de détoxication comprend différentes phases et les deux premières sont essentielles. La première phase ou phase de fonctionnalisation des xénobiotiques est assurée par des enzymes telles que les monooxygénases, hydrolases et réductases. La deuxième phase ou phase de conjugaison est réalisée par des enzymes telles que les GSTs qui catalysent la conjugaison des molécules fonctionnalisées à des substrats endogènes afin de faciliter leur excrétion (Lix, 2009; Misra *et al.*, 2011). L'activité de ces enzymes n'est pas spécifique à un groupe de contaminants; celle-ci peuvent être induites par une large gamme de xénobiotiques.

3) Détermination des teneurs glutathion S-transférase(GST)

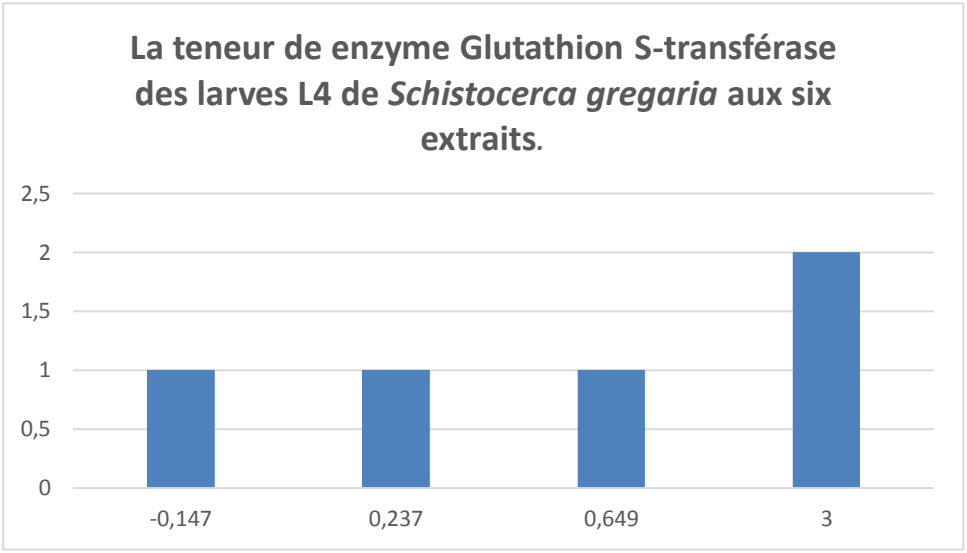


Figure 44 : La teneur d'enzyme Glutathion S-transférase des larves L4 de *Schistocerca gregaria* aux six extraits.

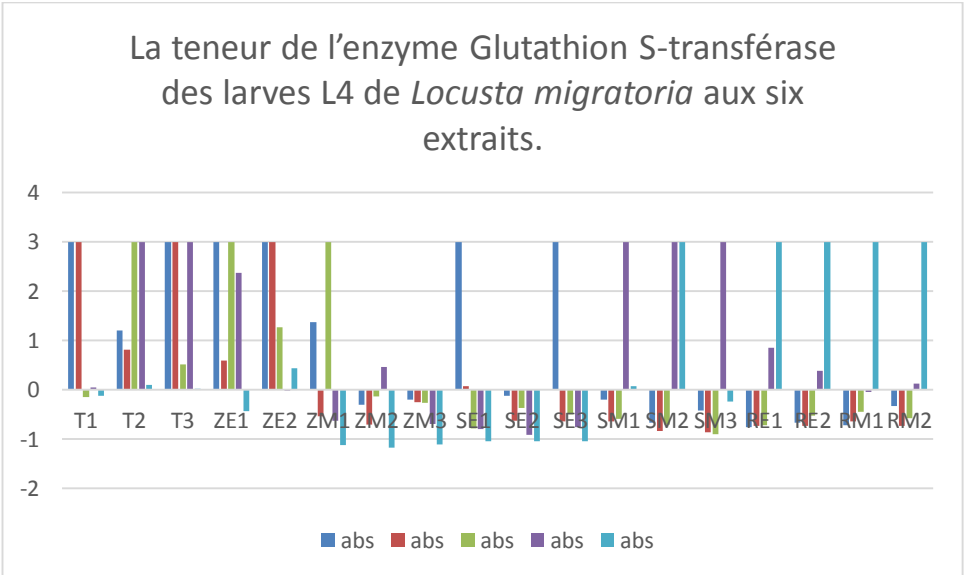


Figure 45 : La teneur de l'enzyme Glutathion S-transférase des larves L4 de *Locusta migratoria* aux six extraits.

D'après les résultats, Nous observons que les teneurs de l'enzyme Glutathion S-transférase des larves L4 des deux acridiens traitées par six extraits par ingestion diffère de celui des témoins.

Chez *S. gregaria* la teneurs de GST non significative pour la majorités des extrait ZE(4.20 µ/mg Prot), ZM(5.11 µ/mg Prot SE(3.94 µ/mg Prot), SM(5.02 µ/mg Prot) et RE(4.42 µ/mg Prot), sauf pour l'extrait RM(8.46 µ/mg Prot) qui donne un teneur maximale hautement significative par rapport aux témoins (3.26 µ/mg Prot). Contrairement tous les teneurs de GST significative aux témoins (4.15 µ/mg Prot), ZE(9.08 µ/mg Prot), ZM(10.62 µ/mg Prot), SE(13.80 µ/mg Prot), SM(9.93 µ/mg Prot). Pour RE et RM (31.61 µ/mg Prot) a donné une teneur élevée considérablement chez *L. migratoria*.

Les glutathion S-transférases sont des enzymes multifonctionnelles impliquées dans la détoxification des xénobiotiques et peuvent protéger les insectes contre divers allélochimiques végétaux et insecticides chimiques. Les GST catalysent la conjugaison des molécules électrophiles avec le glutathion réduit (GSH), les substances potentiellement toxiques deviennent plus solubles dans l'eau et généralement moins toxiques (Qin et al 2013).

L'intervention directe des GST dans le processus de détoxification des insecticides ainsi que la surexpression de la GST dans des espèces d'insectes résistantes aux pesticides ont fait l'objet de plusieurs études.

Les résultats de cette étude démontrent que les extrait des plantes employés possèdent une toxicité puissante ainsi qu'une activité répulsive contre les larves de *L. migratoria* et celles de *S. gregaria*. Les composés phénoliques semblait présenter des propriétés insecticides en perturbant les processus neuro-endocriniens et de régulation de la croissance comme en témoignent les difficultés d'exuviations. Les glutathion S-transférases sont des enzymes multifonctionnelles impliquées dans la détoxification des xénobiotiques et peuvent protéger les insectes contre divers allélochimiquesvégétaux et insecticides chimiques. Les GST catalysent la conjugaison des molécules électrophiles avec le glutathion réduit (GSH), les substances potentiellement toxiques deviennent plus solubles dans l'eau et généralement moins toxiques (Qin et al 2013). Dix GSTcytosoliques putatifs ont été identifiés à partir de *L. migratoria*, parmi lesquels neuf serépartissent en trois classes (delta, sigma et thêta), et le dernier ne correspond à aucune des classes GST connues et est provisoirement désigné comme non classé (Qin et al 2011).

4.2. Contact

1) L'observation morphologique (au niveau morphologique)

D'après les observations réalisées chaque jour sur les larves L4 de *S. gregaria* et *L. migratoria* traitées aux extraits ethanolique et méthanoliques des trois plantes étudiées, nous avons constaté qu'il y a des changements morphologiques.

- **Chez le criquet pèlerin**

Les larves de *S. gregaria* L4 traitées aux extraits éthanolique et méthanolique de *zygophyllum album* montrent une activité anormale impliquant une anorexie, une agitation et un retardement du développement qui n'est pas similaire à l'activité contrôlée des larves pendant les jours de traitement et aucune déformation n'est observée après la mue. Quelque individus sont mort après 3 jours de traitement.

BOUHAS-BOUBEKKA et MOUHOUCHE (2011), ont étudié l'activité larvicide des extraits de *Datura innoxia* et *Azadirachta indica* sur les L5 de *Schistocerca gregaria*. L'effet de ces extraits s'est manifesté par une inhibition de développement en provoquant une extension de la durée de stade larvaire.



Figure 46 : Larve L5 de *S. gregaria* normale après le traitement par extrait éthanolique et méthanolique de *Z.album*.

- Les larves L4 de *S. gregaria* traitées avec des extraits éthanolique et méthanolique de *S.imbricata*, *R.africana* montrent une activité faible, avec un retard de développement comparativement aux larves témoins et aucune malformation n'est notée. Mais après la mue elles présentent des changements morphologiques au niveau de la coloration, elles deviennent complètement rouges.

Le traitement au *Salsola imbricata et Randonia africana* a engendré des changements morphologiques au niveau de la coloration .Nous avons également noté que les mêmes symptômes morphologiques ont été signalés pour les deux types de sauterelles qui ont confirmé nos résultats.

D'après OUTTAR.2014 (Outtar et al., 2014); *M. anisopliae* a engendré des changements morphologiques au niveau de la coloration se manifestent avec l'infection cryptogamique et les larves traitées des deux criquets deviennent complètement rouges après leur mort ensuite se momifient.

Selon tirchi.2008 ; Lufenuron a occasionné des changements pigmentaires sur le corps de certaines larves traitées, couleur rosâtre surtout au niveau du pronotun.

Des essais réalisés par DIOP et WILPS (1997) entre 1990 et 1995 en Niger et en Mauritanie sur *S. gregaria* avec l'utilisation de certains produits à base de neem et de *Melia volkensii* montrent que ces produits provoquent des malformations, des motilités réduites chezles larves et les adultes et une baisse des performances de vol .

REMBOLD (1994 ; 1997) rapporte que des essais sur le terrain ont montré que la poudre brute de *Melia volkensii* dosée à environ 10g/ha a engendré 80% de malformations chez les larves et les adultes de criquet pèlerin.



Figure 47 : Larve L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *S.imbricata* .

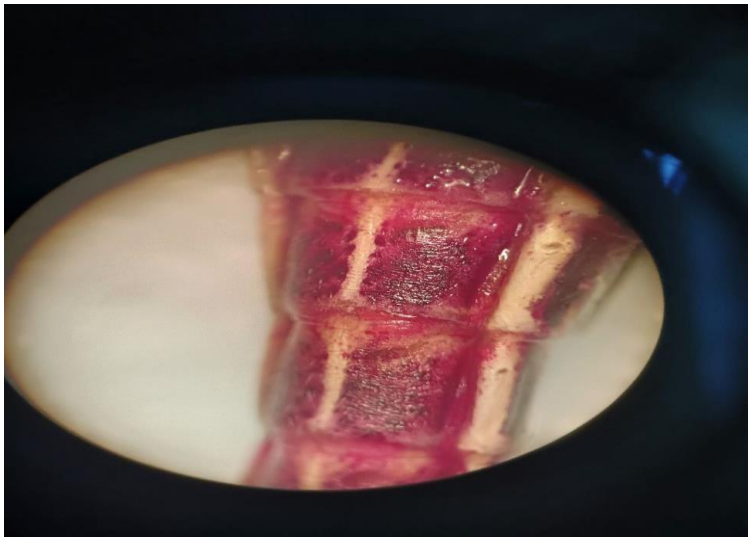


Figure 48 : le corps de *S.gregaria* traite par *S.imbricata* sous microscope optique.



Figure 49 : Larve L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R.africana.*

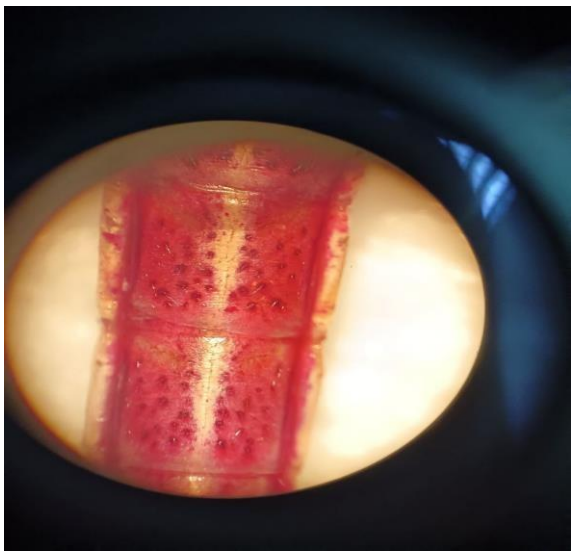


Figure 50 : corps de L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R.africana* sous microscope.

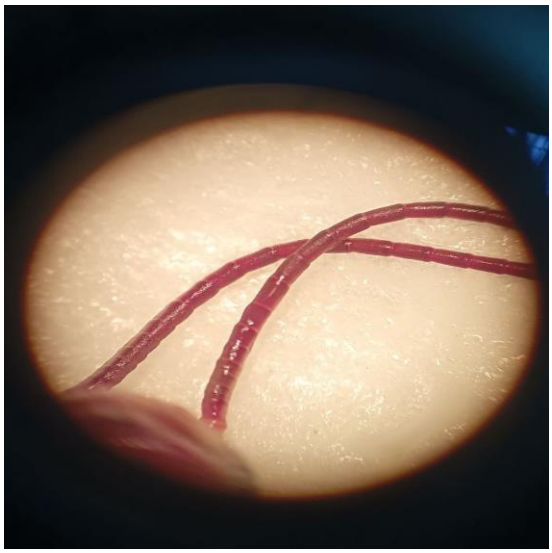


Figure 51 : les antennes de L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R.africana* sous microscope.

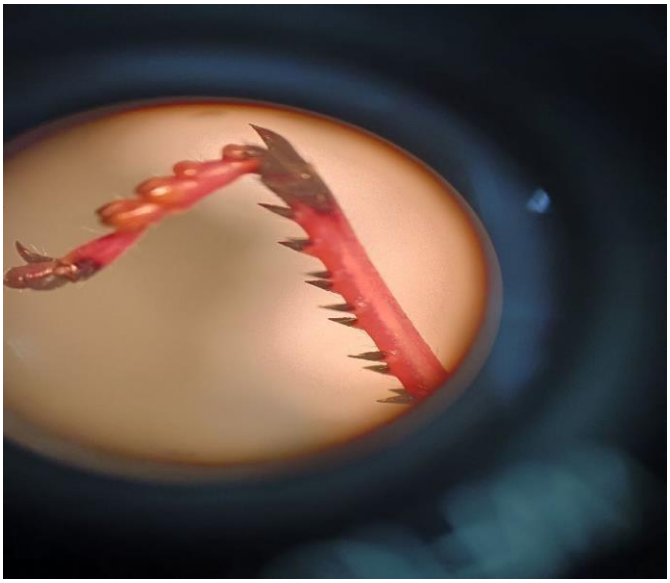


Figure 52 : les pattes de L5 de *S. gregaria* rougeâtre après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *R.africana* sous microscope.

- **Chez le criquet migrateur**

-Les larves L4 de *L.migratoria* traitées avec des extraits ethanolique et méthanolique de *zygophyllum album* l montrent une activité anormale impliquant une anorexie, un mouvement affaiblie et un développement normale des larves pendant les jours de traitement et aucune déformation observée avant la mue. Mais après la mue elles présentent des changements morphologiques au niveau de la coloration, elles deviennent jaune claire avec des pattes longues et un corps mou



Figure 53 : Témoin de L5 *locusta migratoria* (sans traitement).



Figure 54 : Larve L5 de *L.migratoria* claire après le traitement par extrait ethanolique et methanolique de *Z.album* .

Le traitement au *Zygophyllum album* a engendré des changements morphologiques au niveau de la coloration, Nous avons constaté des symptômes morphologiques similaires signalés dans des études précédentes.

Selon tirchi.2008; Lufenuron a occasionné des changements pigmentaires sur le corps de certaines larves traitées, couleur rosâtre surtout au niveau du pronotun

Selon HANRIEDER *et al*., (1993), les larves de *Locusta migratoria migratorioides* traitées au Triflumuron présentent un aspect moue après leur mort ; aucun durcissement de la cuticule, avec une rupture observée entre les segments membranaires de ce locuste.

- Les larves L4 de *L. migratoria* traitées aux extraits ethanolique et methanolique de *Salsola imbricata* montrent un écoulement d'un liquide verdâtre, un mouvement affaiblit, et un ralentissement de la mue et aucune déformation n'est observée avant et après la mue.



Figure 55 : Larve L5 de *L.migratoria* après le traitement par l'extrait éthanolique et méthanolique de *S.imbricata.*

Donc les résultats obtenus nous permettent de constater que les extraits de *salsola imbricata* ont un effet remarquable sur le passage larvaire.

ABDELAOUI *et al*., (2006 ; 2009), notent une inhibition de développement en provoquant un ralentissement des processus de la mue qui s'est traduit par un prolongement dans la durée des stades larvaires de *Locusta migratoria migratoria* traité par l'acide gibbérellique.

KORAYEM et OSMAN (1992), ont signalé uneffet inhibiteur de *Lawsoniainermis* contre le développement de *M.incognita*.

NASSEH *et al*., (1992b), ont montré que le traitement par le Teflubenzuron a empêché complètement le développement des troisièmes et quatrièmes stades larvaires de *S. gregaria* . OULD AHMEDOU *et al*., (2001), ont montré que les larves L4 de *Schistocerca gregaria* alimentées par *Glinus lotoides* n‟ont pas pu atteindre le stade L5.

Le traitement des larves L4 de *L .migratoria* avec les extraits ethanolique et méthanolique de *Randonia africana* montre une mortalité des individus après 3 jours de traitement.



Figure 56 : Larve L5 mort de *L.migratoria* après le traitement par l'extrait éthanolique et méthanolique de *R.africana*.

2) Technique histologique (au niveau physiologique)

Toutes les étapes ont été faites mais nous n'avons pas obtenu les résultats en raison de problèmes techniques au niveau du laboratoire.

Conclusion

Conclusion

Nos expérimentations ont été faites sur deux fléaux d'une importance économique capitale, *Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria* avec l'utilisation de trois plantes, *zygophillum album, salsola imbricata* et *randonia africana*. Et nous avons utilisé les extraits éthanoliques et méthanoliques pour chaque plante. Pour réaliser cette étude, nous avons pris en considération l'efficacité de ces six extraits sur quelques aspects biophysiologiques de ces deux espèces grégariaptes, tels que la morphogenèse, le développement, le taux des protéines et des enzymes hémolymphatiques. L'objectif de notre travail c'est d'apporter des connaissances sur le mode d'action de ces extraits et de comparer leur efficacité vis-à-vis des larves L4 de ces deux acridiens et aussi d'estimer la sensibilité de ces deux criquets à l'égard ces trois plantes.

Le Screening phytochimique réalisé pour *Zygophyllum album, Salsola imbricata* et *Randonia africana* a permis de mettre en évidence la composition chimique des différentes trois plantes étudiées. *Zygophyllum album* est riche en tanins, en composés phénoliques et en alcaloides et elle est pauvre en anthocyanes, tel que les feuilles *Salsola imbricata* sont très riches en tanins et en composés phénoliques. Elles sont riches en composé phénolique, moyennement riches en alcaloïdes et pauvre en anthocyanes, ainsi que *randonia* riche en composé phénolique et pauvre en anthocyanes.

Pour le rendement des extraits varient légèrement d'une plante à une autre. Il ressort que le rendement le plus élevé est obtenu dans l'extrait brut méthanolique et ethanolique.

D'après ces résultats, on déduit que le contenu phénolique dans les extraits examinés dépend de la polarité du solvant utilisé pour l'extraction dans lequel *Salsola imbricata* et *zygophyllum album* sont riches en polyphénols.

Les résultats présentés dans l'histogramme montrent que les teneurs en flavonoïdes totaux, *S.imbricata* et *Z.album* et *Randonia africana* riche en flavonoïde.

Les résultats obtenus apres le traitement ont montré que les extrais alcoolique de *Z.album, S.imbricata* et *R.africana* affectaient l'augmentation dans la quantité de protéines et glutation S-transférase chez les deux acridiennes et réduction de teneur de catalase chez le criquet migrateur.

D'après les résultats de l'observation réalisées chaque jour sur les larves L4 de *S. gregaria* et *L.migratoria* traitées aux extraits alcoolique des trois plantes étudiées, nous avons constaté qu'il y a des changements morphologiques.

Ces résultats suggèrent que l'application de ces plantes contenant des métabolismes secondaire aux criquets peut être une stratégie efficace pour les combattre de manière naturelle, sans polluants chimiques. Il sera intéressant à l'avenir de compléter ce travail et d'évaluer l'impact de ce traitement sur plusieurs autres insectes avec différentes doses, y compris d'autres enzymes de détoxification ainsi que de connaître le mécanisme de leur activation et inhibition.

Les résultats actuels fournissent de nouvelles preuves physiologiques et biochimiques qui mettent en évidence les plantes médicinales étudiées comme facteur de pression biologique, et soulignent la nécessité de poursuivre la recherche sur l'étendue de l'impact au niveau cellulaire et génétique.

Références bibliographique

Références bibliographique

Abd El-Ghani, M. M., & Marei, A. H. (2007). Environment and vegetation of Randonia africana: An endangered desert plant in Egypt. African Journal of Ecology, 45(4), 469–475. https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2007.00756.x

Abderrahmene, D., Wassima, L., Randa, M., Hamida, H., Omar, G., Fatma, A., Wiam, B., Salima, C., Keltoum, G., Salim, M., Mohammed, B., & Sofiane, G. (2020). Potential of Zygophyllum album L. to control Tuta absoluta in Southeastern Algeria. Organic Agriculture, 10(2), 221–227. https://doi.org/10.1007/s13165-019-00267-1

ABDELLAOUI K., BENHALIMA- KAMEL M., et BENHAMOUDA M. H., 2006- Activité biologique de l'acide gibbérellique sur Locusta migratoria migratoria. (Orthoptera; Acrididae). Congrès international d'entomologie et de Nématologie, Inst. Nati. Agro., El-Harrach - Alger.17-20 avril 2006

ABDELLAOUI et al (2018) Olive Leaf Extracts Toxicity to the Migratory Locust, Locusta migratoria: Histopathological Effects on the Alimentary Canal and Acetylcholinesterase and Glutathione S-Transferases Activity

Aebi, H. (1984). [13] Catalase in Vitro. In *Methods in Enzymology* (Vol. 105, Issue C, pp. 121–126). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05016-3

Ahmad, Z., Mehmood, S., Fatima, I., Malik, A., Ifzal, R., Afza, N., Iqbal, L., Latif, M., Nizami, T.A., 2008. Structural determination of salsolins A and B, new antioxidant polyoxygenated triterpenes from Salsola baryosma by 1D and 2D NMR spectroscopy. Magn. Reson. Chem. 46, 94–98 .

Akhani H, Greuter W, Roalson EH. Notes on the typification and nomenclature of Salsola and Kali (Chenopodiaceae). Taxon 2014;63:647–50 .

Ali-Rachedi, F., Meraghni, S., Touaibia, N., & Sabrina, M. (2018). Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne Scabiosa Atropurpurea sub. Maritima L. Bulletin de La Societe Royale Des Sciences de Liege, 87(3), 13–21. https://doi.org/10.25518/0037-9565.7398

Al-Saleh, F.S., Ali, H., Mirza, M., 1993. Chemical constituents of some medicinal plants growing in Bahrain. Fitoterapia 64, 251–256 .

Altay V, Ozturk M. The genera salsola and suaeda (Amaranthaceae) and their value as fodder. In: Grigore MN. (eds) Handbook of Halophytes. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17854-3_97-1 .

ANONYME, 1995- Evaluation des données d'essais de terrain relatifs à l'efficacité des insecticides sur les criquets et sauteriaux. Rapport à la FAO du groupe consultatif sur les pesticides, Rome, 19-21 septembre 1994. Ed. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, 17p.

Awan D.A., Saleem M.A., Nadeem M.S., Shakoori A.R. 2012. Toxicological andbiochemical studies on Spinosad and synergism with piperonyl butoxide in

susceptible and resistant strains of *Tribolium castaneum*. *Pakistan J. Zool*. **44**(3): 649-662p

BALACHOWKY A. et MESNIL L., 1936 – Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leur mœurs, leur destruction. Ed établissement BUSSON, Paris, T. II, PP 1141-1921.

Batanouny, K.H., 1999. Wild Medicinal Plants in Egypt (An Inventory to Support Conservation and Sustainable Use). The Palm Press, Cairo, Egypt .

Bebianno M.J. & Barreira L.A. 2009. Polycyclic aromatic hydrocarbons concentrations and biomarker responses in the clam *Ruditapes decussatus* transplanted in the Ria Formosa lagoon. *Ecotoxicol. Environ. Safe.,* 72, 7, 1849-1860

Belmimoun, A., Meddah, B., Larbi, S., & Sonnet, P. (2017). Phytochemical Study of Zygophyllum Album Extract. International Journal of Engineering Technologies and Management Research, 4(5), 1–10. https://doi.org/10.5281/zenodo.805965

BELLMANN H. et LUQUET G., 1995- Guide des Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe Occidentale. Ed. Delachaux et Niestle, Lausanne, 384 p

Benchaabane S., Aribi N., Kilani-Morakchi S. & Chaabane M. 2016.Delayed toxic effects of spinosad on G1 progeny of an invasive species, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Afr Entomol*. 24(2):412-420p

Berrehal, D., Khalfallah, A., Kabouche, A., Kabouche, Z., Karioti, A., & Bilia, A. R. (2010). Flavonoid glycosides from Randonia africana Coss. (Resedaceae). Biochemical Systematics and Ecology, 38(5), 1007–1009. https://doi.org/10.1016/j.bse.2010.09.019

Borger C, Yan G, Scott J, et al. Salsola tragus or S. australis (Chenopodiaceae) in Australia - Untangling taxonomic con fusion through molecular and cytological analyses. Aust J Bot 2008;56:600–8 .

Boulos, L. 1999. Flora of Egypt (Azollaceae-Oxalidaceae). Al-Hadara Publishing, Cairo, Egypt .

Boulos L. Flora of Egypt. Vol. 1, Cairo: Al Hadara; 1999 .

Boumaza A., 2009. Effet de l'extrait méthanolique de Zygophyllum cornutumcoss contre le stress oxydant associé au diabète sucré et les organes en relation,phDthesis in molecularPhD,University of Constantine,Algeria.

Botha, 1969. Locust and their control in South Africa. Farming in South Africa 45: 110-116.

BOUHAS-BOUBEKKA A. et MOUHOUCHE F., 2011- Insecticidal activity of two plant extracts on larvae of fifth instar of *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae). Séminaire International sur la Protection des Végétaux. Ecol. Nati. Sup. Agro., El Harrach. The newsletter of the orthopterists' society. Volume 31 (2) / May 2011, pp. 18-28

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, *72*(1–2), 248–254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Brader L, Djibo H, Faye FG, Ghaout S, Lazar M, Luzietoso PN, et al. Towards a more effective response to desert locusts and their impacts on food security, livelihoods and poverty. In: Multilateral evaluation of the 2003–05 Desert locust campaign. Rome: Food and Agriculture Organisation; 2006.

Brader, L., Djibo, H, Faye, FG, 2006. Towards a More Effective Response to Desert Locusts and their Impacts on Food Security, Livelihoods and Poverty. Multilateral Evaluation of the 2003–05 Desert Locus(FAO).

Buj Buj A. 1995. International experimentation and control of the locust plague. Africa in the first half of the 20th century. Pp. 93- 105. In: Chatelin Y., Bonneuil C. (Eds). Nature et environnement. Vol. 3, Les sciences hors d'Occident au XXe siècle, ORSTOM, Paris.

Chen Y. Watch out for the outbreaks of desert locusts. Entomological Knowledge 2002;39:335–9.

CRESSMAN K. & DOBSON H.M., 2001 -Desert Locust Guidelines: Appendixes. Ed. Food Alimentation Organisation (F.A.O.), Rome, 171 p

Cressman K. Desert locust. In: Shroder JF, Sivanpillai R, editors. Biological and environmental hazards, risks, and disasters. Elsevier, London, UK: 2016. p. 87–105.

Céspedes C.L., Salant J.R., Martinez M. et Aranda E, 2005. Insect growth regulatory effects of some extracts and sterols from Myrtillocactus geometrizans (Cactaceae) against Spodopterafrugiperda and Tenebrio molitor. Phytochemishy, 66, 2481-2493.

DIOP B. and WILPS H., 1997- Field trials with neem oil and Melia volkensii extracts on S. gregaria. pp. 201-207 in KRALL S., PEVELING M. and DIALLO D., New Strategies in Locust Control. Ed. Birkhäuser, Basel, Switzerland, 522 p.

Dobson HM. Desert locust guidelines: control. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2001. p. 85.

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

DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990 – Criquet pèlerin au Sahel. Ed. Cirad/Prifas, Collection Acridologie Opérationnelle n°6‟, Montpellier, 183 p.

DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M. et RACHADI T., 1987 – Guide antiacridien du Sahel. Ed. Cirad / Prifas, Départ. G.E.R.D.A.T, Montpellier, 343 p.

DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982 – Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. Cirad / Prifas, Départ. G.E.R.D.A.T, Paris, T. I, 695 p

Ebrahimi N.S., Hadian J., Mirjalili M.H., Sonboli A., et Yousefadi M., 2008.Essential oil composition and antimibacterial activity of Thymus caramanicus at different phonological stages. Food chemistry. 110: 927-931.

ElNaggar, M. H., Eldehna, W. M., Abourehab, M. A. S., & Abdel Bar, F. M. (2022). The old world salsola as a source of valuable secondary metabolites endowed with diverse

pharmacological activities: a review. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 37(1), 2036–2062. https://doi.org/10.1080/14756366.2022.2102005

Espada, A., Rodriguez, J., Villaverde, M.C., Riguera, R., 1990. Hypoglucemic triter pen .

FAO. FAO and partners stress urgent need on Desert Locust Response. Building national and regional capacities for sustainable plant pest control; 2020. Available from: URL: www.fao.org

FAO. Desert Locust outbreak in Kenya. Available from: URL: http://www.fao.org/emergencies/resources/photos/photodetail/en/c/1258345/2020

Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M. C., Bousselsela, H., & Oueld-Mokhtar, S. M. (2015). Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de Marrubium deserti de Noé. Phytotherapie, 13(2), 118–129. https://doi.org/10.1007/s10298-015-0944-4

GIRARDIE J., 1991-Structure des glandes endocrines et chimie des hormones des criquets grégarisables.La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris : 101-117.

GREATHEAD D.J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H. et POPOV G.B., 1994 – Les ennemis naturels des criquets du Sahel. Ed. Cirad / Prifas, „Collection Acridologie Opérationnelle n°8", Montpellier, 147 p.

GRICHANOV I.Y. et SAULICH M.I., 2003- The area and zones of mass outbreaks of the Migratory Locust (*Locustamigratoria* (L.). http://www.agroatlas.spb.ru/pests/Metadata/Meta_Locusta_migratoria_en.htm

Guohua Qin et al (2014) Effects of chlorpyrifos on glutathione S-transferase in migratory locust, Locusta migratoria

Guohua Qin et al (2013) Characterization and Functional Analysis of Four Glutathione S-Transferases from the Migratory Locust, Locusta migratoria

H. Freitag, I. C. Hedge, S. M. H. Jafri, G. K. Heinrich, S. Omer, P. Uotila, Flora of Pakistan, Department of Botany, University of Karachi, University Press: vol. 204, 1997, p 22.

J. Pharm. Sci. Korea 21, 141–145 .Tanaka, O., Morita, T., Kasai, R., Kinouchi, J., Sanada, S., Ida, Y., Shoji, J., 1985. Study on saponins of rhizomes of Panax pseudo-ginseng subsp. himalaicus collected at Tzatogang and Pari-la, Bhutan-Himalaya. Chem. Pharm. Bull. 33, 2323–2330 .

JOERN A., 1982 - Vegetation structure and microhabitat selection in grasshoppers (Orthoptera : Acrididae). The southwest.Nat. 27(2) :197-209.

KARA Z., 1997- Etude de quelques aspects écologiques et régimes alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Cyrtacantacridinae) dans la région d'Adar et en conditions contrôlées. Thèse Magister, INA, El Harrach, 182 p

Kanwal D, Abid R. Taxonomic assessment of the family Amaranthaceae with special emphasis on seed morph ology. Pak J Bot 2017;49:43–68 d'Afrique du Nord. Ouest. Bull. Soc. Ent.,France, T. 91, (3 – 4), 73 – 87.

Khalid Sharro ABDALRAHMAN et al (2018) Screening Effects of Methanol Extracts of Diplotaxis tenuifolia and Reseda lutea on Enzymatic Antioxidant Defense Systems and Aldose Reductase Activity

Kloche J.A., Balandrin M.F., Bamby M.A. et Yamasaki, R.B., 1989. Limonoids, phenolics and furanocoumarines as insect antifeedants, repellents ami growth inhibitoly compounds, in: Arnason, J.T., Philogène, B.J.R, Morand, P. (Eds.), Insecticides of plant origin_ American Chemical Society Symposium sertes, Washington, Vol. 387, pp. 136-149.

Kooyman C. Report of the Workshop on the use of Green Muscle®(Metarhizium anisopliae var. acridum) and Desert Locust adult pheromone (Phenylacetonitrile: PAN) to control Desert Locust hopper bands, Port Sudan, 10–20 January 2003. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ksouri W, Medini F, Mkadmini K, Legault J, Magné C, Abdelly C, Ksouri R. 2013. LC–ESI-TOF–MS identification of bioactive secondary metabolites involved in the antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of the edible halophyte Zygophyllum album Desf., Food Chemistry 139:1073–1080.

Kumar, K.S.; Abdul Rahman, A. Early Detection of Locust Swarms Using Deep Learning. In Advances in Machine Learning and Computational Intelligence; Patnaik, S., Yang, X.S. Sethi, I., Eds.; Springer: Singapore, 2021; pp. 303–310. [CrossRef].

LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1989 – Vade Mecum des criquets du Sahel. Ed. CIRAD / PRIFAS, Collection Acridologie Opérationnelle n°5‟, Montpellier, 125 p.

Launois-Luong M.H., Launois M et Rachadi T., 1988. La lutte chimique contre les criduets du sahel. Collection Acridologie Opérationnelle n°3, CIRAD-PRIFAS, Montpellier,83p.

LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1989 – *Vade Mecum des criquets du Sahel*. Ed. CIRAD / PRIFAS, „Collection Acridologie Opérationnelle n°5‟, Montpellier, 125 p

LAUNOIS-LUONG M.H. et .POPOV G.B, 1992- Schistocerca gregaria Forskål, (1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae). Ed. Cirad/ Prifas, Paris, 4p.

Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J., et Lee C.Y., 2003. Cocao has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. Food chemistry, 51: 7292-7295

LiX.. 2009. Glutathione and Glutathione-S-Transferase in detoxification mechanisms In:Ballantyne, B., Marrs, T. & Syversen, T. (Eds). *General and Applied Toxicology*, (ThirdEdtion). John Wiley & Sons, Ltd, Chicheste, UK.411-423p.

Lopez O., Hernandez A.F., Rodrigo L., Gil F., Pena G., Serrano J.L., Parrón T., Villanueva E. & Pla A. 2007. Changes in antioxidant enzymes in humans with long-term exposure to pesticides. *Toxicol. Lett.*, 171, 146-153.

LOUVEAUX A. et BENHALIMA T., 1987 – Catalogue des orthoptères Acridoidea Miliauskas G., Venskutonis P.R., et Van Beek T.A., 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extract. Food chemistry. 85:231-237

Martoja R. et Martoja M., 1967. Initiation aux techniques de l'histologie animale . Ed. Masson et Cie, Paris, 339p.

Mariod AA, Saeed Mirghani ME, Hussein I. Chapter 44—Schistocerca gregaria (Desert Locust) and Locusta migratoria (Migratory Locust). In: Unconventional Oilseeds and Oil Sources. Cambridge, MA, USA: Academic Press; 2017. p. 293–97.

MEINZINGEN W.F., 1997- Overview and challenges of new control agents, pp.105-115 in Krall S., Peveling R. and Ba Diallo D., *New strategies in locust control*, Ed. BirkhäuserVerlag, Basel/ Switzerland, 522p.

M. H. Oueslati, H. B. Jannet, Z. Mighri, J. Chriaa, P. M. Abreu, J. Nat. Prod. 2006, 69, 1366 Ta¨ckholm, V., 1974. Students' Flora of Egypt, 2nd ed. Cairo University, Egypt .

Misra J.R., Horner M.A., Lam G. & Thummel C.S. 2011. Transcriptional regulation of xenobiotic detoxification in *Drosophila*. *Genes Dev*. 25(17): 1796-1806p.

Mohammedi, Z. (2020). Phytochemical, antidiabetic and therapeutic properties of Zygophyllum. Mohammadi Z. Phytochemical, 5(4), 163–177. https://doi.org/10.22087/herb

Nazish M, Zafar M, Ahmad M, et al. Palyno-morphological investigations of halophytic taxa of Amaranthaceae through SEM from Salt range of Northern Punjab, Pakistan. Microsc Res Techniq 2019;82:304–16.

OTTE (D), 1977-Species richness patterns of new world desert grasshoppers in relation to plant diversity. *J .biogeogr*.3 : 197-209

OUTTAR F., 2009-Utilisation de quelques biopesticides sur le criquet migrateur Locusta migratoria (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae).Thès. Mag. Sci. Agro., Ecol. Nati. Sup. Agro.,El Harrach, 203 p

Outtar, F., Mahdjoubi, D., Bissad, F., Mouhouche, F., & Doumandji-Mitiche, B. (2014). The Interaction of L5 Larvae of Locusta migratoria (Linnaeus, 1758) (Oedipodinae, Acrididae) with Biobesticides. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, *4*(3), 1–10. http://www.tjprc.org/view-archives.php?year=2014&id=50&jtype=2&page=2

OULD ELHADJ. M.D ,2002 -Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. Cahiers Sécheresse, Vol 13 (1) : 37-42.

PARIS R. et DILLEMANN G., 1960 - Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout de point de vue pharmacologique. Ed. UNESCO. Rennes : 57-99.

PARQUIER M., 1942- Prévision et période d'invasion de la sauterelle pèlerine en Afrique du Nord. Les difficultés de la lutte au siècle dernier. Bull. soc. Agr., Algérie: 1-20.

PARQUIER M. et DELASSUS M., 1929- Lutte contre les sauterelles en Algérie. Direction de l'agriculture, du commerce et de colonisation, Alger, 94 p.

POPOV G.B., DURANTON J. F. et GIGAULT J., 1991 - Etude écologique desbiotopes du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskal, 1775) enAfrique du Nord Occidentale. Ed. Cirad/ Prifas, Minist. Coop. Dév. ONU, Cent. Coop. Inter. Rech. Agro. Dév., 743 p.

(Qin et al 2013) Toxicity assessments with Daphnia magna of Guadipyr, a new neonicotinoid insecticide and studies of its effect on acetylcholinesterase (AChE), glutathione S-transferase (GST), catalase (CAT) and chitobiase activities

REMBOLD H., 1997- Melia volkensii: a natural insecticide against desert locust, pp.185-191 in KRALL S., PEVELING R. and BA DIALLO D., New strategies in locust control, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.

Rharrabe K, Bouayad N. et Sayah F., 2009. Effects of ingested 20-hydroxyecdysone on development and midgut epithelial cells of Piocha interneella (Lepidoptera, Pyralidae). Pesticide Biochemistiy and Physiology, 39, 112-119.

Roy J. 2001. Histoire d'un siècle de lutte anti-acridienne en Afrique. Contributions de la France. L'Harmatan, Paris.

Rudov A, Mashkour M, Djamali M, Akhani H. A review of C4 plants in southwest Asia: an ecological, geographical and taxonomical analysis of a region with high diversity of C4 eudicots. Front. Plant Sci 2020;11:546518.

Samira M. N. Abd-El Wahed 1 and Nabawia M. Elhadidy
(2018) Immunity Changes in Locusta migratoria Linnaeus (Orthoptera: Acri didae) Infected by Entomopathogenic Nematode Steinernema carpocapsae (Rhabditida: Steinernematidae)

Shawky, E., Gabr, N., El-gindi, M., & Mekky, R. (2019). A Comprehensive Review on Genus Zygophyllum. Journal of Advanced Pharmacy Research, 3(1), 1–16. https://doi.org/10.21608/aprh.2019.5699.1066

SHOWLER AT et POTTER CS, 1991- Synopsis of the 1968-1989 desert locust (Orthoptera: Acrididae) plague and the concept of strategic control. American Entomologiste

Showler, A.T.; Lecoq, M. Incidence and Ramifications of Armed Conflict in Countries with Major Desert Locust Breeding Areas. Agronomy 2021, 11, 114.

Swart, P., Swart, A.C., Louw, A., van der Merwe, K.J., 2003. Biological activities of The shrub Salsola tuberculatiformis Botsch.: contraceptive or stress alleviator? Bioessays 25, 612–619.

Symmons, P. M. et K. Cressman, 2001. Desert locust guidelines 1 : Biology and behaviour. Rome, FAO. 2e: -43.

Symmons, P. et K. Cressman, 1994. The Desert locust guidelines. I : Biology and behaviour. 27 .

THIAM A., DIOUF H.R., KUISEUAL J., SARR A. et THIAM M., 2004 - Pesticides et Alternatives. Lutte antiacridienne : Guérir c'est bien, mais prévenir c'est mieux.N° 23. Pesticide Action Network (PAN) Africa, Dakar, n°23, 23p.

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 Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 174 p.

TIRCHI N. et MOUHOUCHE F., 2008 – Effet d"un dérégulateur de croissance des insectes : Triflumuron sur les larves de *Schistocerca gregaria(Cyrtacanthacridinae, Acrididae)*. 3ème Journées Nationales sur la protection des végétaux - Inst. Nati. Agro., ElHarrach - Alger. 7 et 8 avril 2008

Uvarov , B.P. 1936- The oriental migratory locust (Locusta migratoria manilensis, Meyen 1835). Bulletin of Entomological Research 27 : 91-104; London.

Uvarov, B. P., 1966. Grasshoppers and locusts. A handbook of general Acridology. I : Anatomy, physiology, development, phase-polymorphism, introduction to taxonomy. Cambridge, University Press: -475 .

Uvarov B.P., Zolotarevsky B.N. 1929. Phases of locusts and their inter-relations. Bulletin of Entomological Research 20: 261- 265.

Vayssière P. 1924. Le problème acridien et sa solution internationale. Matériaux pour l'étude des calamités, Geneva, Société de Géographie 2: 122-158.

Van Huis A. Strategies to control the Desert Locust Schistocerca gregaria. In: Area-Wide Control of Insect Pests. Dordrecht: Springer; 2007. p. 285–96

Van der Valk H, Del Castello R, Cressman K, Monard A, Eriksson H, Ammati M, et al. Fighting the locusts… Safely. Pesticides in desert locust control: Balancing risks against benefits. Rome: FAO; 2006. p. 15.

Waloff, Z., 1972. The plague dynamics of the Desert locust, Schistocerca gregaria (Forsk.). C. F. Hemming et T. H. C. Taylor. Londres, COPR: 343-349.

Woo, W.S., Lee, E.B., Chi, H.J., 1977. Biological evaluation of some Saudi Arabian plants.

Xia, X. J., Zhang, Y., Wu, J. X., Wang, J. T., Zhou, Y. H., Shi, K., Yu, Y. L., & Yu, J. Q. (2009). Brassinosteroids promote metabolism of pesticides in cucumber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(18), 8406–8413. https://doi.org/10.1021/jf901915a

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Matériel et produits utilisés

Matériel d'élevage

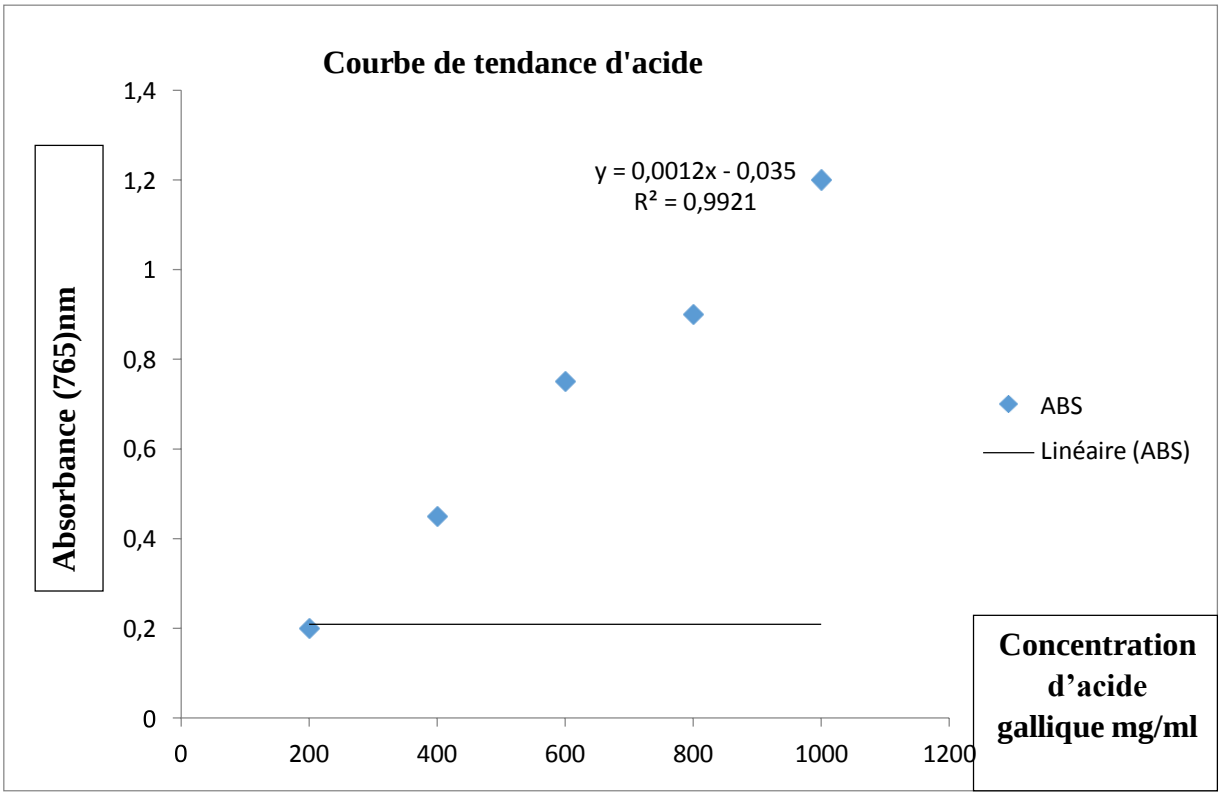
Des cages, des lampes, des bocaux, thermomètre, des bouteilles coupées en deux (pondoirs), des éponges, des chiffons, un pinceau, un balai, des résistances pour garantir une température adéquate, du sable, tourbe, du tulle moustiquaire, élastique, des fermetures éclaires, des boites plastique, quêteur, et une pissette.

Matériel de laboratoire

Les appareils	Les produits chimiques	Les verreries	Les consommables
Balance de précision	Ethanol	Béchers	Papier filtre
Rotavapor	Méthanol	Entonnoirs	Papier wattman
Broyeur électrique	Eau distillée	Les tubes à essai	Boites de Pétri
Agitateur	Hcl	Eprouvette gradué	Papier film
Etuve	Ammoniaques	Fiole jaugée	Papier aluminium
Autoclave	$Fecl_3$	Pipette jaugée	Papier absorbant
Réfrigérateur	Aacide sulfurique H_2SO_4	Pipette pasteur	Spatules
Spectrophotomètre	Dragondorff.	Barreaux	Ciseau fin
Microtome	Folin-Ciocalteu	Erlenmeyer	Pince fine
Des micropipettes	Carbonate de sodium	Le verre à pied	Des épingles
Plaque chauffantes	Acide gallique	Les flacons	des étiquettes
Microscope optique	AlCl3	L'entonnoir	Microtubes Eppindorf
Centrifugeuse	Tompon de phosphate	Fiole à vide	Coton
Vortex	BSA	Flacons	Scotch
	Bradford	Mortier et pilon	Tulle moustiquaire
	H2O2	Lamelles	Boites en plastique
	GSH		
	CDNB		
	Liquide de Bouin alcoolique		
	Alcool 70, 95, 100		
	Paraffine		
	Gélatine poudre		
	Butanol		
	les colorants		

Annexes

Annexe 02 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.



Annexe 03 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

