REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de diplôme de Master en sciences agronomiques
Option : phytopathologie
Thème

Evaluation de la toxicité des biomolécules employées en lutte anti-acridienne dans des conditions contrôlées.

Présenté par BELHADJ HIDAYA

Devant le jury composé de :

Mme. OUTTAR F.	MCB à l'U.Y.F.M	Promotrice.
Mr. MAHDJOUBI Dj.	MCB à l'U.S.D.B	Co-promoteur.
Mr. KIRDI B.	MAA à l'U.Y.F.M	Examinateur.
Mr. LICIR M.	MAA à l'U.Y.F.M	Examinateur.

2019/2020

RESUME

EVALUATION *DE LA TOXICITE DES BIOMOLECULES EMPLOYEES EN LUTTE ANTI-ACRIDIENNE DANS DES CONDITIONS CONTROLEES.*

Ce travail est consacré à évaluer les biomolécules de deux plantes : la Lavande (***Lavandula***) et le romarin (***Rosmarinus officinalis L***) sur deux acridiens, le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* et le criquet migrateur *Locusta migratoria* qui sont responsable à des pertes économiques très importante. Pour s'orienter vers une lutte biologique et sécurisé sur la santé humaine et l'environnement on a opté à utiliser ces deux plantes; où l'objectif était de faire extraire les biomolicules de ces plantes pour tester leurs efficacité sur les larves de criquet, et estimer par la suite le taux de mortalité de ces dernières.

D'abord, on a successivement réalisé un Protocol d'élevage de criquet dans une cage à partir d'un couple qui a donné à la fin une petite population des adultes et des oothèques.

Mais à cause de la pandémie universelle de COVID-19 et comme un moyen de prévention contre la maladie les laboratoires de l'université ont été fermé ce qui nous a empêchés de terminer l'expérience.

Mot clé : biomolécules, *lavandula, Rosmarinus officinalis L, Schistocerca gregaria, Locusta migratoria,* lutte biologique.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE TOXICITY OF BIOMOLECULES USED IN LOCUST CONTROL UNDER CONTROLLED CONDITIONS.

This work is devoted to evaluating the biomolecules of two plants: Lavender (*Lavandula*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) on two locusts, the desert locust *Schistocerca gregaria* and the migratory locust *Locusta migratoria* which are responsible for very important economic losses. In order to move towards a biological and secure fight against human health and the environment, we have opted to use these two plants; where the objective was to extract the biomolicules of these plants to test their effectiveness on locust larvae, and subsequently estimate the mortality rate of the latter.

First, we successively carried out a protocol of cricket rearing in a cage from a pair which ultimately resulted in a small population of adults and eggshells.

But because of the universal COVID-19 pandemic and as a means of disease prevention the university laboratories were closed which prevented us from completing the experiment.

Keyword: biomolecules, *lavandula*, *Rosmarinus officinalis* L, *Schistocerca gregaria*, *Locusta migratoria*, biological control.

ملخص

تقييم سمية الجزيئات الحيوية المستخدمة في مراقبة الجراد في ظل ظروف مخبرية

تم تخصيص هذا العمل لتقييم الجزيئات الحيوية لنبتتين: لافندر (*Lavandula*) وإكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis L*) على نوعين من الجراد ، الجراد الصحراوي *Schistocerca gregaria* والجراد المهاجر *Locusta migratoria* وهما المسؤولان عن خسائر اقتصادية كبيرة للغاية. للتحرك نحو معركة بيولوجية وآمنة على صحة الإنسان والبيئة ، اخترنا استخدام هذين النباتين ؛ حيث كان الهدف هو استخراج العناصر الحيوية لهذه النباتات لاختبار فعاليتها على يرقات الجراد ، ومن ثم تقدير معدل وفيات الأخيرة.

أولاً ، نفذنا على التوالي بروتوكولًا لتربية الجراد في قفص انطلاقا من زوج ، مما أدى في النهاية إلى وجود عدد قليل من البالغين والبيض.

ولكن بسبب وباء COVID-19 العالمي وكوسيلة للوقاية من الأمراض، تم إغلاق المخابر مما منعنا من إكمال التجارب.

كلمات المفتاح: الجزيئات الحيوية، *Lavandula*، *Rosmarinus officinalis L*، *Schistocerca gregaria*، *Locusta migratoria* ، المكافحة البيولوجية.

Sommaire

Dédicace

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale ……. 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I .Données bibliographiques sur *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*.....6

I.1 Systématique des deux acridiens: *Shistocerca gregaria* et *Locusta migrator*……..6

I.1.1 Systématique de criquet pélerin *Shistocerca gregaria*……**6**

I.1.2 Systématique de criquet migrateur *Locusta migratoria*……..**7**

I.2 Morphologie des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*…….8

I.2.1 Morphologie de *Shistocerca gregaria*……**10**

I.2.2 Morphologie de *Locusta migratoria*……**13**

I.3 Cycle biologique des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*…16

I.3.1 Cycle biologique de *Shistocerca gregaria*……**16**

I.3.2 Cycle biologique de *Locusta migratoria*……**23**

I.4 Polymorphisme phasaire des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*……28

I.4.1 Polymorphisme phasaire de *Shistocerca Gregaria*……..**28**

I.4.2 Polymorphisme phasaire de *Locusta Migratoria*……**30**

I.5 Les milieux de vie et les biotopes des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*…….....31

I.5.1 Les milieux de vie et les biotopes de *Shistocerca gregaria* ……..**31**

I.5.2 Les milieux de vie et les biotopes de *Locusta migratoria*……**31**

I.6 Aire de répartition des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*……..32

I.6.1 Aire de répartition de *Shistocerca gregaria* ……**32**
I.6.2 Aire de répartition de *Locusta migratoria*……**34**
I.7 Les dégâts des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*…...36
I.7.1 Les dégâts de *Shistocerca gregaria* **……36**
I.7.2 Les dégâts de *Locusta migratoria* **……..37**
I.8 Les méthodes de lutte anti-acridienne……...38
I.8.1 La lutte mécanique :……..**38**
I .8.2. La lutte écologique :……**38**
I.8.3. La lutte chimique : ……..**38**
I.8.4. La lutte biologique ……**39**
II. Donné bibliographique sur *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*……..40
II.1 Généralité sur les deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*……..40
II.1.1Généralité sur la lavande : *Lavandula* ……..……**40**
II.1.2Généralité sur le romarin :*Rosmarinus officinalis L*……..**42**
II.2 systématique de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*……42
II.2.1 systématique de *Lavandula* ……**42**
II.2.2 systématique de *Rosmarinus officinalis L*……..**44**
II.3 composition chimique de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*….44
II.3.1 composition chimique de *Lavandula* ……..…**44**
II.3.2 composition chimique de *Rosmarinus officinalis L*……..**45**
II.4 description de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*……..48
II.4.1 description de *Lavandula* ……..**48**
II.4.2 description de *Rosmarinus officinalis L*……**49**
II.5 Habitat de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*……..51
II.5.1 Habitat de *Lavandula* ……**51**
II.5.2 Habitat de *Rosmarinus officinalis L*……..**53**
II.6 Effet et usage de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*……53
II.6.1 Effet et usage de *Lavandula* ……..**53**
II.6.2 Effet et usage de *Rosmarinus officinalis L*……..**53**

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 Matériel biologique : ……...…….57
II.1.1 Les criquets : *Locusta migratoria*……..**57**
II.1.2.Les extraits des deux plantes **:**la lavande et romarin……..…**58**

II.2 Matériel et produits utilisés :……60
II.2.1 Matériel d'élevage :……**60**
II.2.2 Matériel de laboratoire :……**60**
II.2.3Les produits ……**60**
II.3 Matériel non biologique ……..60
II.4 Méthodes ……61
1 Objectif de l'étude ……**61**
2 Protocole expérimental ……..**61**
II.4.1.Etude de l'effet des deux plantes sur la mortalité des larves L5 de *L. migratoria*……...61
1.Protocole expérimental ……**61**
2.Calcul du pourcentage de mortalité……..**61**
3. Calcul des DL50……...**61**
II.4.2.La phytochimie……62
II.4.3 Extraction……64
1. macération……...**64**
2.décoction……**64**
3.L'infusion :……..……**64**
Conclusion ……..**65**
Références bibliographique……66

LISTE DES ABREVIATIONS

H.E : Huile Essentielle

DL50 : Dose Létale

CL50 : Concentration Létale

INPV : Institue Nationale de Protection des Végétaux

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation

IITA : Institut International d'agriculture Tropical

FIDA : Fonds International de Développement Agricole

BCP : Biological Control Products

L1 : larve de premier stade

L2 : Larve de deuxième stade

L3 : Larve de troisième stade

L4 : Larve de quatrième stade

L5 : Larve de troisième stade

LISTE DES FIGURES

Fig N° 01 :le criquet pèlerin Gerard VIGO (Algérie 31/10/2007)…….**6**

Fig N° 02 :*le* criquet migrateur Massary de Jean-Christophe……**7**

Fig N° 03 : Morphologie générale d'un criquet (vue latérale) Michel le coq janvier 2012…….**9**

Fig N° 04 : Morphologie générale d'un criquet (vue dorsale) Michel le coq janvier 2012…….**9**

Fig N° 05: Morphologie externe d'un acridien ♀. (D'après Bellmann et Luquet1 995)…….**10.**

Fig N°06 :Morphologie générale des oothèques et la dispositions des œufs dans l'oothèque **(M.Lecoq)……11**

Fig N° 07 : Oothèque de *Schistocerca gregaria* (**Lecoq** et **Al**.2003),(Originale 2016)..**11**

Fig N° 08:la larve de *S.gregaria*……..**12**

Fig N°09 :Le criquet pèlerin. Adulte grégaire immature(**photo J.-F. Duranton**)…….**13**

Fig N°10 :Le criquet pèlerin. Adulte grégaire mature(**photo A. Monard**)……**13**

Fig N° 11 :Oothèque de *Locusta migratoria* (**Lecoq** et **Al**.2003) , (**Outtar** 2009)……**14**

Fig N° 12:la larve de couleur vert *Locusta migratoria***(** M.Lecoq **;**1971) ……..**14**

Fig N°13:la larve de couleur brune *Locusta migratoria* **……14**

Fig N°14 : Adultes grégaire de *Locusta migratoria***……15**

Fig N°15 :cycle biologique de criquet pèlerin…….**17**

Fig N°16 : la durée du stade de criquet pèlerin……**18**

Fig N°17 : figure (a, b) présenté la ponte et l'oothèque de criquet pèlerin (**Chaouch**, 2018)…**……..19**

Fig N°18: la ponte et l'oothèque de criquet pèlerin (**Ben Hassan** ,2014)…….**19**

Fig N°19 : Les différents stades embryonnaires chez les individus témoins de *S.gregaria* (Outtar ;2006)……**21**

Fig N°20: Quelques mues de ***Schistocerca gregaria***(Benhassan M ,2014)……**22**

Fig N° 21 : Imago solitaire (A),Imago grégaire (B)(Lecoq,2012)……**23**

Fig N° 22 : Cycle biologique du Criquet migrateur……..**24**

Fig N°23 : La ponte chez la femelle de *L.m.cinerascens***(**Outtar, 2019)……..**25**

Fig N°24: Larve L1 de *locusta migratoria* lors de l'éclosion……..**25**

Fig N°25 : Larve L2 de *locusta migratoria*……..**26**

Fig N°26 :Larve L3 de *locusta migratoria* ……**26**

Fig N°27 :Larve L4 de *locust amigratoria*……..**26**
Fig N°28 : Larve L5 de *locusta migratoria*……..**27**
Fig N°29 :La mue imaginale chez *locusta migratoria*……..**27**
Fig N°30 : Imago mâle immature de *locusta migratoria cinerascens*……..**27**
Fig N°31: L'accouplement chez *Locusta.m.cinerascens*……..**28**
Fig N°32 : la phase solitaire et grégaire de criquet pèlerin…….**29**
Fig N°33: Polymorphisme phasaire de criquet pèlerin……..**30**
Fig N°34: reproduction de criquet Pèlerin en période de rémission (Copr:centre for Overseas Pest Research)……**33**
Fig N°35: Aire de distribution du *Schistocerca gregaria* au monde (FAO ,2004)…..**34**
Fig N°36: Répartition géographique de *L. migratoria* dans le monde FAO (2001)…**35**
Fig N°37:Répartition géographique de *Locusta migratoria* en lgérie(Benfekih ;2006).**36**
Fig N°38: *Lavandula dentata L*.selon Mellouk .A(2017). **……..…42**
Fig N°39: *Lavandula multifida L*..selon Mellouk .A(2017)……**43**
Fig N°40: *Rosmarinus officinalis L* : (**Frouhat.Z** et **Lahcini.B** ;2013)……**44**
Fig N°41: Structure chimique des monoterpènes identifiés dans les huiles de romarin (**Bajaj.Y.P.S;1997)…….46**
Fig N°42: structure des acides phénoliques dans le Romarin **Zoubeidi.C ; (2004)….47**
Fig N°43: structure de quelques diterpènes phénoliques du romarin **Zoubeidi.C ;(2004)……47**
Fig N°44: Feuilles et inflorescence de Lavandula *dentata L*.selon Mellouk .A(2017)……**48**
Fig N°45: Feuille de *Rosmarinus officinalis L* Source (Academic, 2000 2014)……..…**49**
Fig N°46: la fleur de *Rosmarinus officinalis L* Source (Valter Jacinto,2015)……**50**
Fig N°47:la Racine de *Rosmarinus officinalis L*. (paprikaetchocolat.wordpress.com)..**50**
Fig N°48: Tige principale et rameau Feuillé à fleurs du romarin (Sanon, 1992)……...**51**
Fig N°49: Carte montrant l'aire de répartition des sections du genre *Lavandula* (Guitton, 2011)……..**52**
Fig N°50: cage d'élevage massif des criquets…….**58**
Fig N°51: Etapes de préparation de la plante de romarin……**58**
Fig N°52: Montage de chauffement à reflux dans l'eau…….**59**

LISTE DES TABLEAUX

TableauN°01 : caractéristiques du cycle biologique du criquet pèlerin……**17**

TableauN°01 : les zones de reproduction printanière, estivale et hivernale selon Symmons P.M ;Cressman K,(2001)……**33**

TableauN°03 : saison acridienne de pluies, éclosion et la mue imaginale selon Symmons P.M ;Cressman K,(2001)……**33**

TableauN°04 : Quelques exemples de pertes dues au criquet pèlerin.(Anonyme, 2005b)……..**37**

TableauN°05 : Taxonomie du genre Lavandula Upson et Andrews (2004)……..**41**

TableauN°06 : Composition de l'huile essentielle de romarin (Zermane.A ;2010)……**45**

Tableau N°07 : Les étapes du screening chimiques ……..**62**

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Les acridiens sont connus depuis longtemps comme ennemis de l'agriculture. Leur Extraordinaire voracité, leur vaste polyphagie, leur étonnante fécondité (Le potentiel de eproduction des acridiens est très élevé) et leur grande capacité à se déplacer en masse sur de longues distances ; font que l'on classe les acridiens comme étant parmi les plus importants ravageurs des cultures (**Latchininsky** et **Launois-Luong**, 1992).

Les locustes sont les insectes ravageurs les mieux connus dans le monde. Leur aire de répartition est extrêmement vaste. Un des traits les plus remarquables est leur aptitude à modifier leur comportement, leur physiologie, leur morphologie, leur développement et leur coloration en réponse à des changements de densité de population (**Uvarov**, 1966). Ce phénomène est connu sous le nom de polymorphisme phasaire continu dépendant de la densité. En faible densité, les locustes (phase solitaire) sont souvent vertes ou brunes. En revanche, lors des pullulations, elles montrent des motifs noirs dans leur coloration (phase grégaire). Il faut au moins 2000 individus par hectare pour que le phénomène de grégarisme se produise chez *Locusta migratoria migratorioides*. Il est connu que les aires grégarigènes sont limitées à certaines régions favorables au sein desquelles des invasions peuvent se produire à la suite de fluctuations de la pluviosité(**Lecoq** et **Mestre**, 1988,**Farrow**, 1975 ; Ma **Shih-chun** et **Ting Yen-chin**, 1965, in **Farrow** et **Colless**, 1980). De nouvelles aires grégarigènes sont apparues à cause de modifications anthropiques de l'environnement en Australie, Papouasie-Nouvelle Guinée et au Japon (**Farrow**, 1979, **Ito** et **Yamagishi**, 1976, in **Farrow** et **Colless**, 1980).

Le règne végétal est soumis à une agression constante de la part des criquets depuis des millénaires. En effet ,les criquets grégariaptes, notamment le criquet pèlerin et le criquet migrateur ,constituent une menace quasi permanente pour les plantes cultivées (maraîchères ,céréalières, sous-pivot etc.) et les pâturages de nombreux pays : de l'Afrique du nord à l'Équateur, de l'Atlantique à l'Asie du sud-ouest en passant par le Proche Orient. En période d'invasion les pays envahis subissent de graves préjudices avec de considérables retombées économiques (**Lecoq**, 2003).

Ils sont considérés comme des fléaux redoutables, ces deux espèces sont connues depuis l'antiquité et leurs invasions constituent un phénomène majeur qui est perçu par (**Saizonou**, 2000in **Ould El Hadj** et al.2003),comme étant apocalyptique mais qui est loin d'être nouveau.

Les essaims du criquet pèlerin, redoutable fléau de l'agriculture-particulièrement en Afrique-en période d'invasion, peuvent envahir une aire couvrant plus de 29 millions de km2 soit 20% des terres émergées (**Duranton** et **Lecoq**, 1990).

Selon (**Coper** ;1982),un essaim de criquet pèlerin de 10 Km2 peut contenir environ 2 milliards d'individus consommant chacun l'équivalent de son propre poids par jour à savoir 2gr, conduisant à une perte de 4000 tonnes de végétation fraîche par jour.

L'ampleur de ces dégâts est, en effet, liée à leur grande mobilité, leur voracité ainsi que leur polyphagie. Ces deux espèces de criquets redoutables sont caractérisées par un régime alimentaire très varié et peuvent s'attaquer à tous les types de culture et de pâturage. La forte capacité à migrer sur de longues distances est une caractéristique fondamentale du criquet pèlerin et du criquet migrateur. Leurs migrations se font à la faveur des systèmes de vents pouvant occasionnellement engendrer les pluies indispensables à la reproduction ; elles suivent des schémas saisonniers liés aux caractéristiques climatiques des diverses régions de l'aire d'habitat (**Coper**, 1982).

Face à cette situation, plusieurs moyens sont mis enœuvre pour réduire l'ampleur Des dégâts. Pour faire face à ces invasions, la lutte chimique a largement contribuée a éviter le pire par l'utilisation de tout un arsenal d'insecticides. La stratégie de lutte anti-acridienne n'a principalement consisté jusqu'à présent qu'à l'épandage d'insecticides de synthèse et de produits qui s'avèrent néfastes pour l'environnement en causant des problèmes de biodégradabilité et d'écotoxicité par l'accumulation des résidus.(**Duranton** et **Al** ;1990).

Une prise de conscience de ces problèmes à amener les instituts de recherches à s'orienter vers d'autres méthodes dont la lutte biologique sous ses diverses formes pour essayer de contenir les criquets essaimant. En effet, l'utilisation des micro-organismes tels que les champignons, les bactéries et les virus offrent les meilleurs perspectives et en particulier ceux qui sont formulés et multipliés pour être épandus comme Biopesticides (**Greathed** et **AL**.1994).Actuellement, les applications majeures résident dans la réalisation de myco-insecticides.

La lutte biologique s'est, également, orientée versl'exploitation des composés secondaires provenant des plantes toxiques pour protéger les cultures .De nombreuses espèces végétale ont été testées afin d'étudier leurs propriétés insecticides et leur toxicité, en particulier sur le criquet pèlerin et les locustes ont été effectuées en Algérie,

citons ceux de et (**Outtar** ; 2009), ainsi que (**Kemassi** et **Al** ;2012) A noter qu'en Algérie, un pays occupant une place prépondérante dans l'aire d'habitat des criquets grégariaptes tels que les espèces: *Schistocerca gregaria*, *Locusta migratoria*.

Dans ce contexte nous nous sommes intéressé à étudier l'effet de deux plantes : la Lavande (***lavandula***) et le romarin (***Rosmarinus officinalis L***) sur deux acridiens, le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* et le criquet migrateur *Locusta migratoria* afin d'évalué la toxicité de ses biomolécules dans le cadre de la lutte anti-acridienne.

Notre document contient deux chapitres ; le premier est consacré à une synthèse bibliographique qui englobe deux parties. La première partie renferme des données bibliographiques sur les deux acridiens et la deuxième résume des données bibliographiques sur les deux plantes étudiées.

CHAPITRE I :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Donné bibliographique sur les deux acridiens :

I.1 Systématique des deux acridiens: *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria :*

I.1.1 Systématique de criquet pèlerin *Shistocerca gregaria :*

Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) est communément appelé criquet pèlerin ou criquet du désert
(Desert locust en anglais). Ses ravages s'étendent à la majorité des pays arides et semi-arides de la côte ouest
de l'Afrique à l'Inde (**Duranton** et **Al** ;1982). Selon (**Chopard** ; 1943); (**Dirsh** ; 1975) et (**Louveaux** et **Ben-Halima** ;1987).

- Le criquet pèlerin suit la classification suivante **(Forskél, 1775) :**

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



Fig N° 01 : Le criquet pèlerin Gerard VIGO (Algérie 31/10/2007)

I.1.2 Systématique du criquet migrateur *Locusta migratoria* :

Le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linne, 1758) (Migratory locust en anglais) a une très grande extension géographique. De nombreuses sous espèces au statut plus au moins net ont été décrites principalement en Afrique, à Madagascar, en Asie orientale, en Australie et en régions méditerranéennes **(Duranton et Al., 1982). Selon (Louveaux et Ben-Halima ;1987),**

- Le criquet migrateur suit la classification suivante (**Linné, 1758)**:

- **Ordre:** Orthoptera
- **Sous-ordre:** Caelifera
- **Super-famille:** Acridoidea
- **Famille:** Acrididae
- **Sous-famille:** Oedipodinae.
- **Genre:** ***Locusta***
- **Espèce:** ***Locusta migratoria*.(Linné, 1758).**

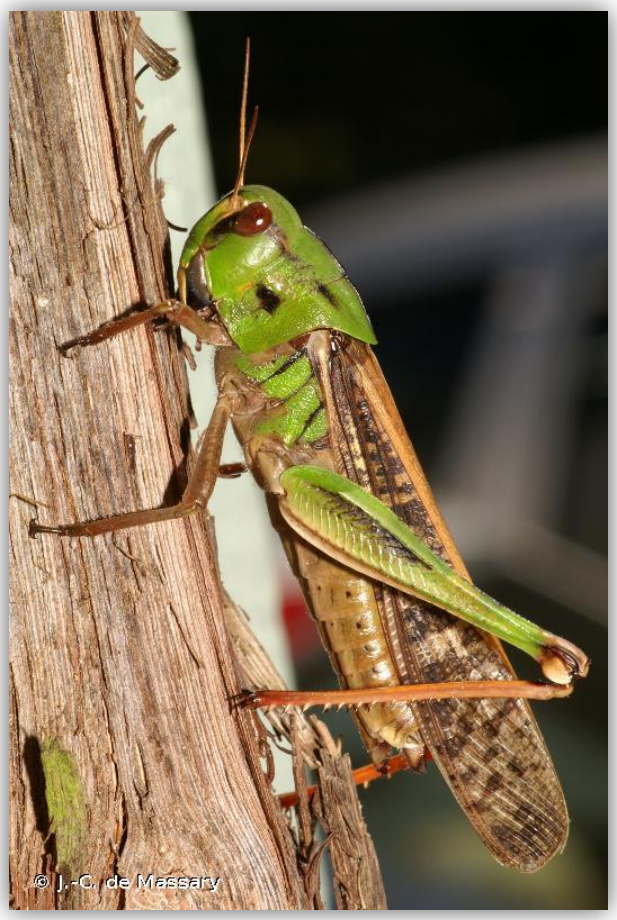


Fig N° 02 : *le* criquet migrateur Massary de Jean-Christophe

I.2 Morphologie des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*

Le corps des Orthoptères est plutôt cylindrique, renflé ou rétréci aux extrémités; les téguments sont lisses ou rugueux selon les espèces et les parties du corps (**Grasse**, 1949). Les variations selon les espèces portent aussi bien sur la forme générale du corps que sur la coloration, ou la forme des appendices de la tête, du thorax ou de l'abdomen. Il existe souvent une relation globale entre l'aspect général des représentantes d'une espèce et son environnement. Le corps des Orthoptères se compose de trois parties ou tagmes qui sont de l'avant vers l'arrière: la tête, le thorax et l'abdomen (**Mestre**, 1988).

1.Tête:

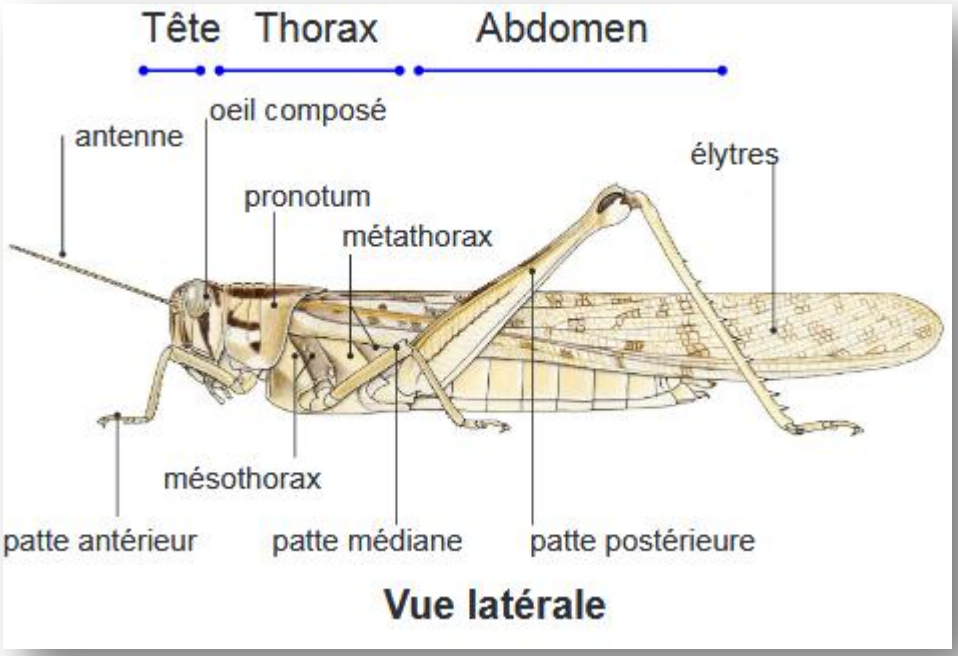
La tête porte les principaux organes sensoriels, les yeux et les antennes ainsi que les pièces buccales. Sa forme est un des critères de distinction entre différents groupes d'Orthoptères. L'orientation de la capsule céphalique des Orthoptères est de type orthognathe. L'angle formé par l'axe longitudinal du corps et par celui de la tête se rapproche de 90°. En réalité cet angle varie selon les genres de moins 30° jusqu'à plus de 90° (**Mestre**, 1988; **Doumandji** et **Doumandji-Mitiche**, 1994; **Bellmann** et **Luquet**, 1995).

2.Thorax:

Le thorax porte les organes de locomotion, trois paires de pattes et deux paires d'ailes et il se compose de trois segments: le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le prothorax porte les pattes antérieures et se caractérise par le développement de sa partie dorsale qui recouvre les faces latérales du corps constituant le pronotum (**Mestre**, 1988), la forme de ce dernier est très importante dans la description systématique notamment par la présence de carènes latérales et médianes qui peuvent se présenter sous plusieurs variantes (**Chopard**, 1943; **Mestre**, 1988).

3. Abdomen:

L'abdomen est typiquement formé de onze segments séparés par des membranes articulaires. Les derniers segments portent, du côté ventral, les organes sexuels (**Ripert**, 2007). La majeure partie des segments abdominaux n'offre aucun intérêt particulier, la partie la plus intéressante est l'extrémité abdominale qui permet de différencier facilement les sexes et fournit chez les mâles un ensemble de caractères très utiles pour la détermination (**Mestre**, 1988).



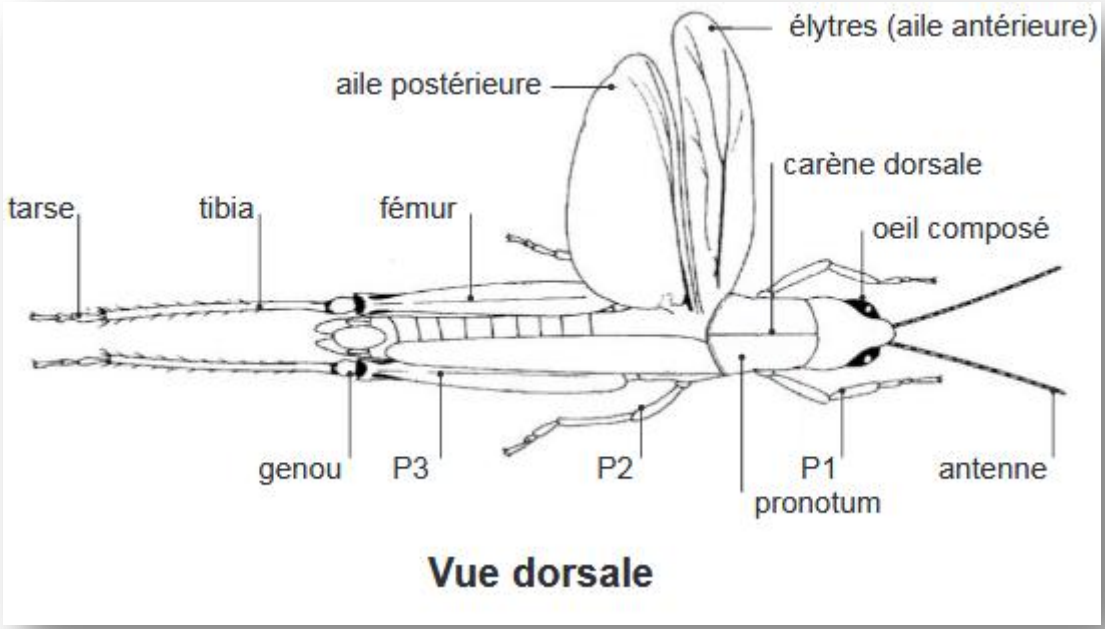


Fig N° 04 : Morphologie générale d'un criquet (vue dorsale) Lecoq janvier 2012

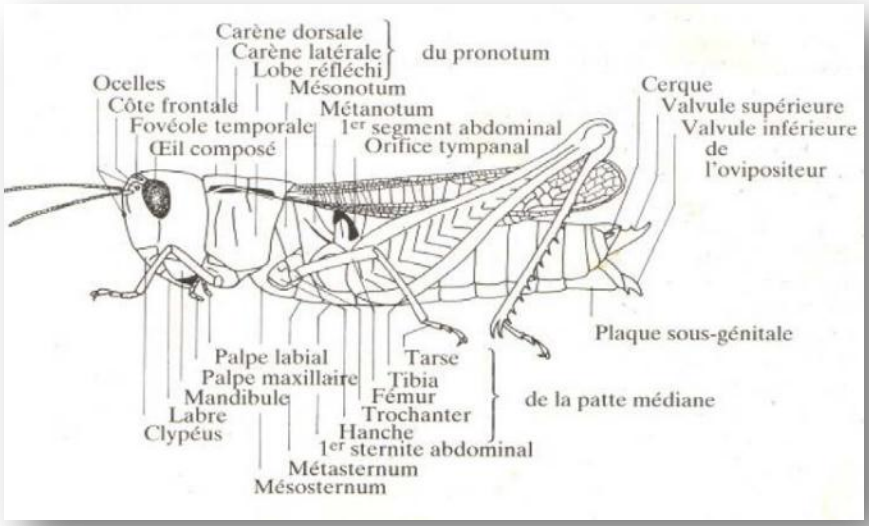


Fig N° 05: Morphologie externe d'un acridien ♀. (D'après Bellmann et Luquet1 995).

I.2.1 Morphologie de *Shistocerca gregaria :*

1. L'oothèque :

La disposition des œufs, qui ressemblent à des grains de riz, est particulière dans l'oothèque de chaque espèce (FAO).En effet, l'ensemble de la masse ovigère est surmonté par un bouchon spumeux. Chez les solitaires, l'oothèque ressemble dans la forme et la taille à celle des grégaires mais elle contient des œufs plus petits et en plus grand nombre (**Launois-Luong** et **Popov**, 1992).***(FigN°06)***Dans le cas du criquet pèlerin ***(S. gregaria)***, il est mentionné par (**Popov** et **Al** ;1990),que les œufs sont disposés dans l'oothèque de façon différente et radiale de mesure 8 à 9 cm de long et est pondue à une profondeur de 10 cm environ ***(FigN°07).***

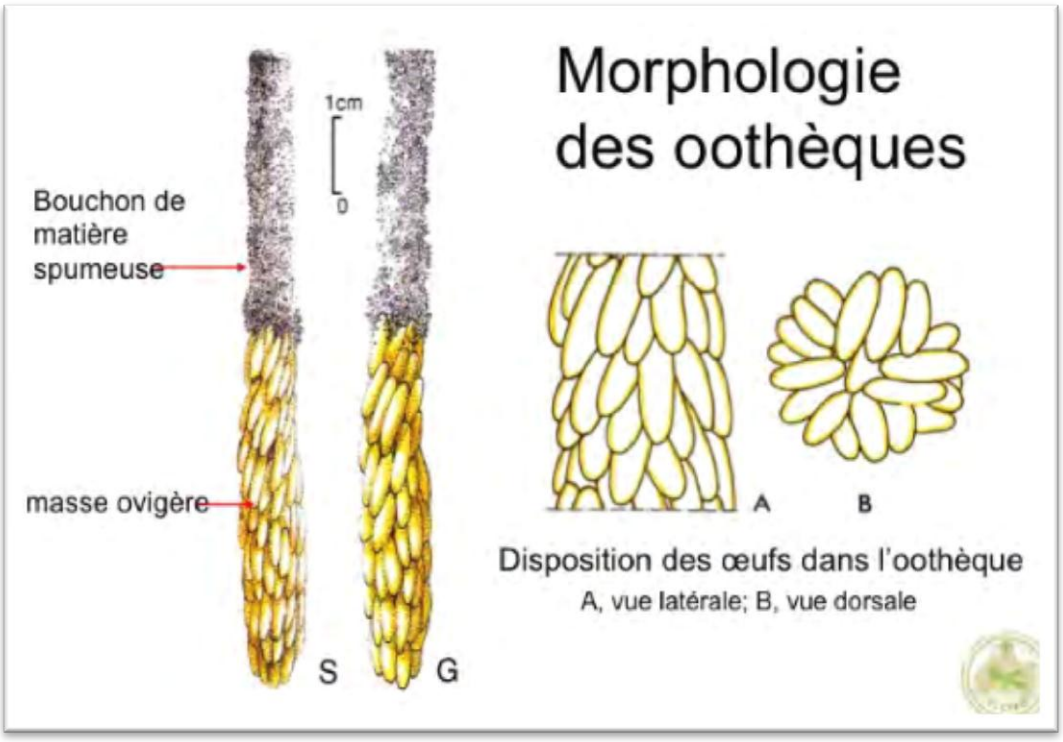


Fig N° 06 : Morphologie générale des oothèques et la disposition des œufs dans l'oothèque **Lecoq)**

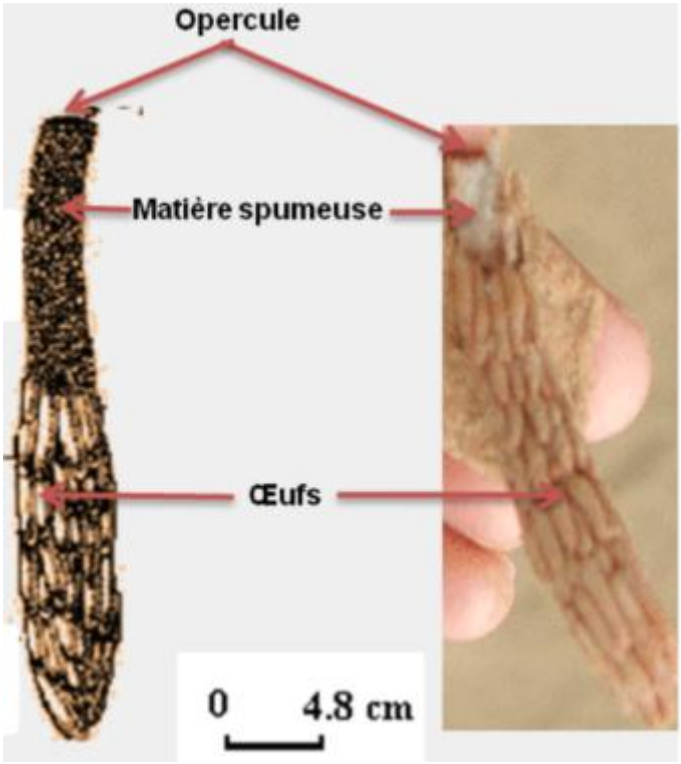


Fig N° 07 : Oothèque de *Schistocerca gregaria* (**Lecoq** et **Al**.2003).

2. La larve :

Selon (**Duranton** et **Lecoq** ;1990),les larves de la phase solitaire et de la phase grégaire du criquet pèlerin, se distinguent par leur couleur très diversifiée. Jusqu'au 3ème stade,les larves solitaires sont vertes.

D'après le (**Cnlcp** ;2008),Elles peuvent, par la suite, éventuellement devenir brunes. Par contre, toutes les larves grégaires sont noires durant les deux premiers stades puis jaunes avec une maculature noire (***Fig N°08***).La jeune larve est à la naissance de couleur blanc jaunâtre, verdâtre, crème ou rose, et elle devient rapidement noire en quelques heures. Au bout de quelques jours, est nettement distinguée , une tache de couleur jaune sale et en forme de chevron sur le thorax, ainsi que quelques taches jaunâtres sur la tête, l'abdomen et les fémurs (**Mallamaire** et **Roy**,1968) .



Fig N° 08:la larve de ***S.gregaria***

3. L'adulte :



FigN°09 :Le criquet pèlerin. Adulte grégaire immature(**photo J.-F. Duranton**)



FigN°10 :Le criquet pèlerin. Adulte grégaire mature(**photo A. Monard**).

I.2.2 Morphologie de *Locusta migratoria:*

1. L'oothèque :

L'oothèque est longue de 60 à 75 mm, contenant 55 à 115 œufs (**Launois-Luong** et **Lecoq,** 1993). Ces derniers sont sous forme allongée, un peu incurvés, à chorion blanchâtre, d'une taille qui varie de 5.5 à 7mm (**Grassé**, 1949). La masse ovigère est surmontée d'un long bouchon de matière spumeuse (***FigN°11***) (**Lecoq** et **Al**.2003) , (**Outtar** 2009).

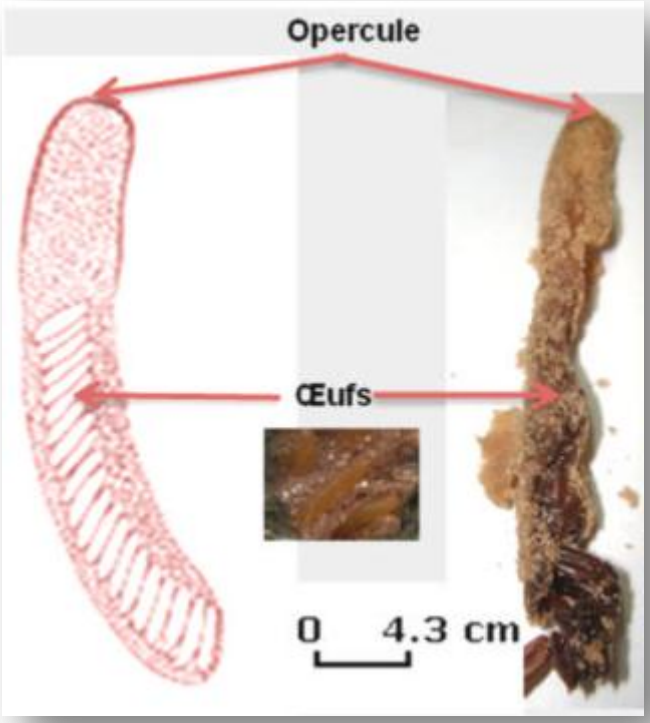


Fig N° 11 :Oothèque de *Locusta migratoria* (**Lecoq** et **Al**.2003) , (**Outtar,** 2009)

2. La larve :

Selon Masson (1989), les larves grégaires de ***Locusta migratoria*** sont de couleur grise au début de développement qui devient foncé par la suite, orange et même noir en fin de développement larvaire. Alors qu'au sein des populations solitaires, les formes larvaires possèdent une teinte verte pâle (**Doumandji** et **Doumandji-Mitich,** 1994), ou brune (**Duranton** et **Al**., 1982). (***FigN°12 et N°13***)





Fig N° 12: Larve solitaire de ***Locusta migratoria (***Lecoq ***;***1971)

Fig N°13: Larve grégaire de ***Locusta migratoria***

3. L'adulte :

Ce grand oedipodien passe par deux phases alternatives: **une phase solitaire sédentaire** et **une phase grégaire migratrice** (**Robert**, 1972). Sous sa forme solitaire cet acridien mesure 29 à 46mm chez le mâle et 37 à 60mm chez la femelle, tandis que sous sa forme grégaire, il mesure 40 à 50mm chez le mâle et 46 à 56mm chez la femelle (fig.N°14 et 15) (**Balachowsky** et **Mesnil**, 1936). La coloration générale des imagos solitaires est verte ou brune, plus ou moins claire ou foncée et plus ou moins mouchetée de brun foncé ou noirâtre, en particulier sur le pronotum mais les imagos grégaires ont une teinte unique; jaune plus ou moins oranger, maculé. *Locusta migratoria* présente une tête arrondie, le sommet du vertex est large, convexe, les favéoles temporales sont petites et triangulaires, les antennes sont filiformes un peu plus longues que la tête (Bonne maison, 1961).Dans la description morphologique du genre *Locustade Chopard* (1943), (**Dirsh** et **Descamps** ;1968) et (**Harz** ;1975) nous retrouverons que l'oviscapte des femelle est court, robuste, à valve courbées, les valves inférieurs à saillie basale externe. Selon (**Beaumont** et **Cassier** ;2009), l'appareil génital mâle est subdivisé en une partie proximale appelé plaque sus-anale et une partie distale appelé plaque sous-génitale.



a. femelle



b. mâle

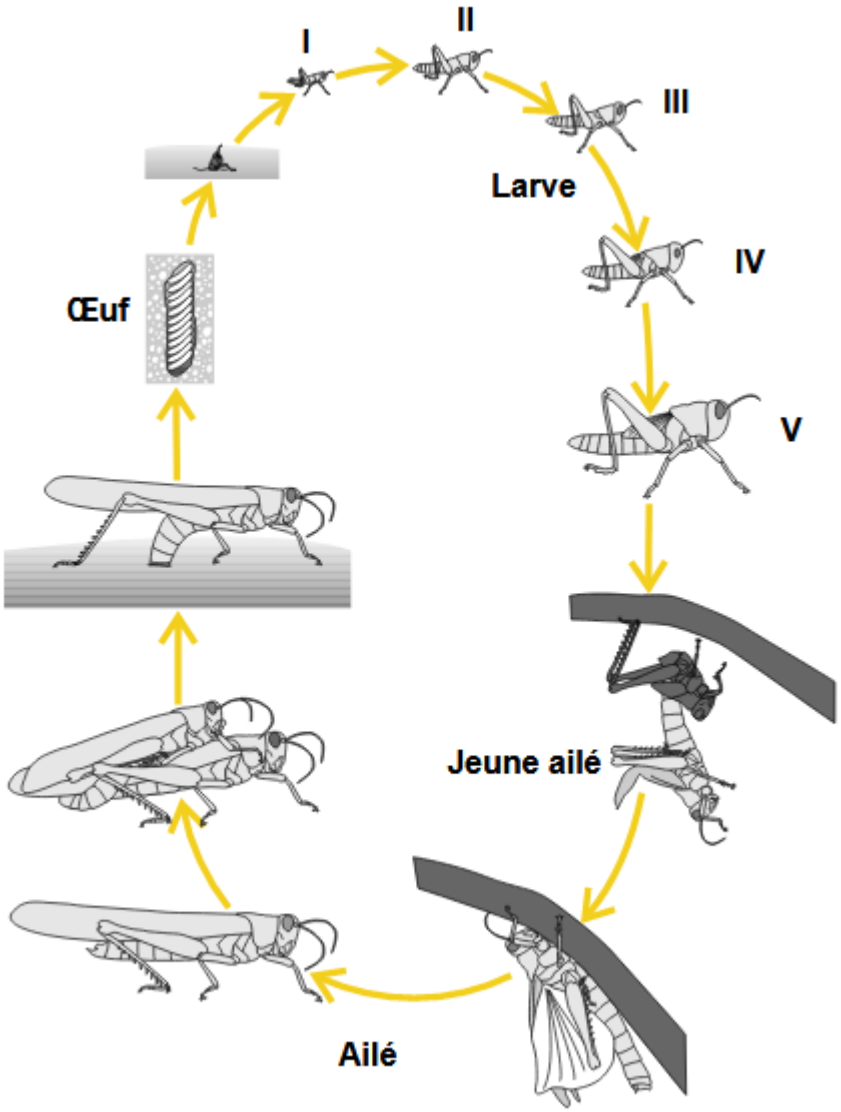
Fig N°14 : Adultes grégaire de ***Locusta migratoria*** (**Outtar,** 2009)

I.3 Cycle biologique des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria :*

I.3.1 Cycle biologique de *Shistocerca gregaria :*

Le Criquet pèlerin, passe par trois stades successifs: l'œuf, la larve (ou nymphe) et l'ailé (voir FigN°15). Les œufs sont pondus par les femelles. Lors de l'éclosion, naissent de jeunes

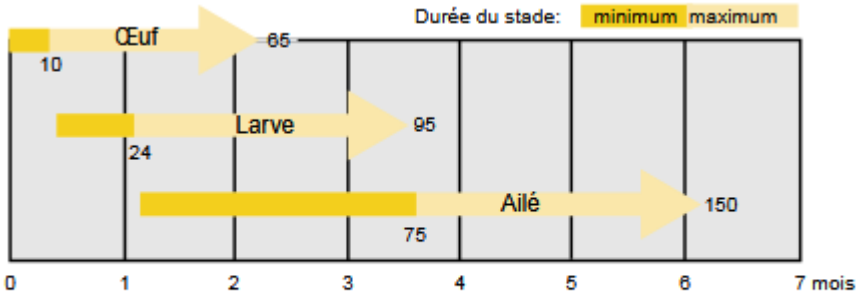
criquets dépourvus d'ailes, appelés larves. Les larves se débarrassent de leur cuticule cinq à six fois pendant leur développement et leur taille s'accroît à chaque fois. Ce processus s'appelle la mue et la période qui sépare deux mues successives s'appelle un stade. La dernière mue, du stade larvaire 5 (ou6) dépourvu d'ailes à l'imago, ou ailé, s'appelle la mue imaginale. Le nouvel ailé, appelé «jeune ailé», doit attendre le séchage et le durcissement de ses ailes avant de pouvoir voler. Les ailés ne muent pas et leur taille ne s'accroît donc pas mais leur poids augmente progressivement. Les ailés qui peuvent voler sont, au départ, sexuellement immatures. Quand ils deviennent sexuellement matures, ils peuvent s'accoupler et pondre des œufs.



FigN°15 : Cycle biologique de criquet pèlerin

Tableau N°01 : caractéristiques du cycle biologique du criquet pèlerin

Caractéristiques du cycle biologique du Criquet pèlerin		
Stades	Œuf, larve, ailé	
Durée	Œuf	10 à 65 jours
	Larve	24 à 95 jours (36 jours en moyenne)
	Ailé	2 mois et demi à 5 mois
	Ponte à mue imaginale	40 à 50 jours
	Maturation des ailés	3 semaines à 9 mois (moyenne de 2 à 4 mois)
	Total	2 à 6 mois
Mues	5 à 6 (solitaire), 5 (grégaire)	
Phases	Solitaire, *transiens*, grégaire	
Zone affectée	16 millions de km² (rémission), 29 millions de km² (invasion)	



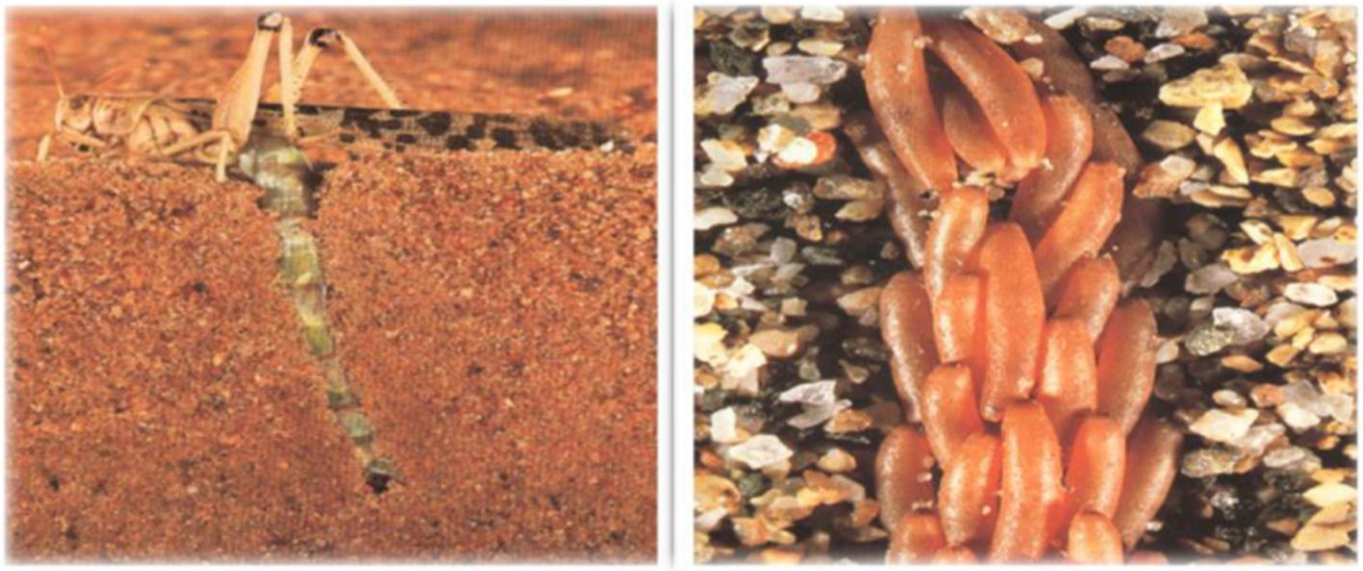
Note: la maturation des ailés peut prendre jusqu'à 270 jours lorsque les températures sont basses ou l'habitat aride.

Fig N°16 : la durée du stade de criquet pèlerin

1. La ponte :

La ponte de criquet pèlerin se présenté sous forme d'une coque ovigère cylindrique de 3 à 4 cm de long contenant 40 à 90 œufs (***Fig N°17a***), rangé irrégulièrement (**Chopard**, 1943) .Dans une oothèque de solitaire (***Fig N°17b***), pour une même mass ovigère, les œufs sont plus petites donc plus nombreux (120 à 130 œufs par ponte chez les solitaires, conte 60 à 80 chez les grégaires). Le nombre d'œufs pondus par une femelle grégaires au cours de sa vie est d'environ 130 à 150 alors que chez les solitaires le nombre est à la fois plus grand et plus variable potentiellement. Dans les conditions optimales, on estime qu'une femelle peut déposer trois oothèques, soit 300 à 400 œuf (**Popov** et **Al.**, 1991).Les femelles sélectionnent leurs sites d'oviposition avec l'extrémité de leur abdomen. Les sites idéaux ont des sols à surface sèche, à faible déperdition d'eau et une humidité à une profondeur de 5 à 15cm (**Popov**, 1958 et **Magor**, 1993).Les œufs, étant par ailleurs nus, sont on contact intime avec les sols humides. De plus il sont profondément déposés (jusqu' à plus de 10 cm) , surmontés

d' un long bouchon spumeux protecteur (***Fig N°18***), et cette profondeur les met à l'abri de la dessiccation rapide des couches du sol (**Pasquier**, 1959)Selon (**Mouhim**, 1989) , dans la nature une femelle de criquet pèlerin pond en moyenne 1,3 pontes , avec un maximum de 3 ponte par femelle La ponte a lieu dans les régions où les pluies ont été suffisamment abondantes pour que les conditions d'humidité nécessaires à l'éclosion des œufs et à la germination de végétation pour voyeuse de nourriture et l'abri pour les larves soient réunies (**Magor**, 1993).La femelle fore le sol à l'aide de ses valves génitales situées à l'extrémité de l'abdomen, et pond une oothèque.



(a) **(b)**

Fig N°17 : figure (a, b) présenté la ponte et l'oothèque de criquet pèlerin (**Chaouch**, 2018).

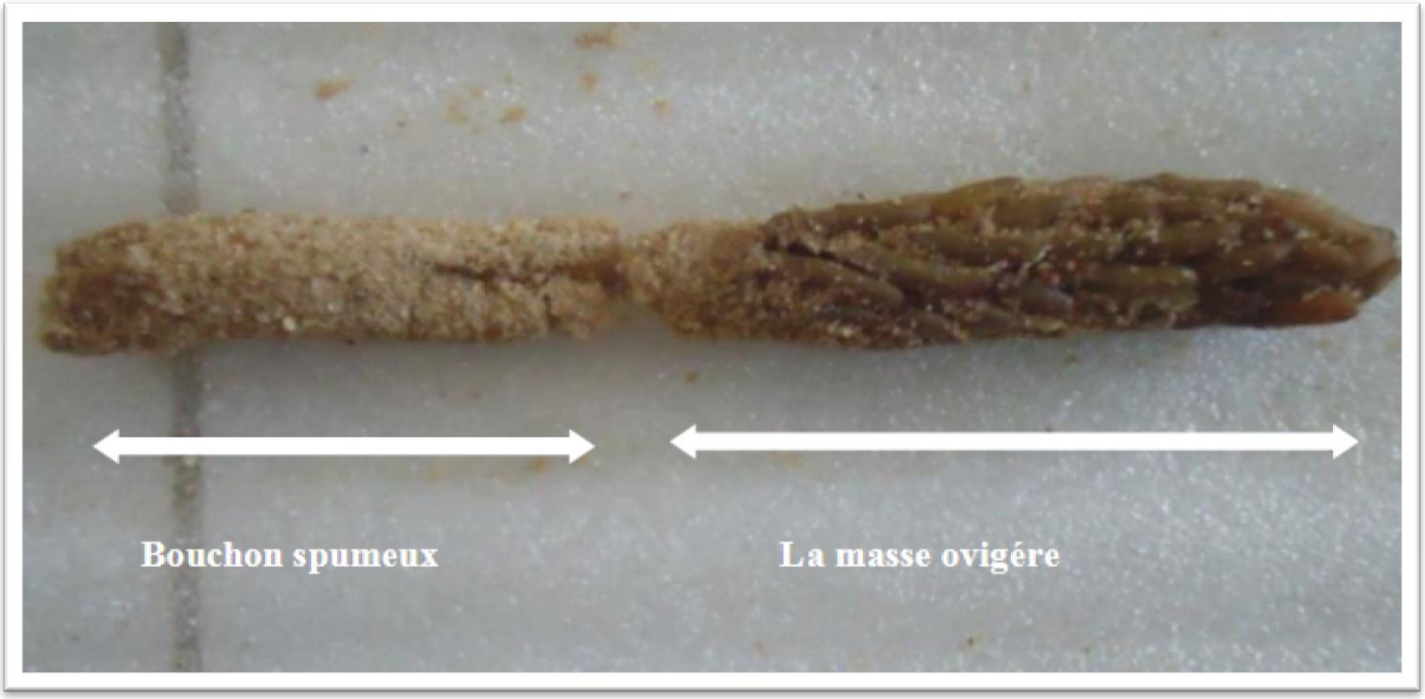


Fig N°18: la ponte et l'oothèque de criquet pèlerin (**Ben Hassan** ,2014).

2. Etat embryonnaires :

Les œufs doivent absorber environ leur propre poids d'eau dans les cinq premiers jours après la ponte ; cela est suffisant pour leur permettre de se développer correctement .cependant même s'il a pas assez d'eau dans le sol dans leur premiers jours suivant la ponte , il peuvent attendre quelques temps et terminer leur développement si une survient .cette possibilité de quiescence est toujours assez limitée et il n' est pas possible aux œuf de criquet pèlerin de rester plus de deux mois vivant dans un sol totalement sec . Cette situation est d'ailleurs exceptionnelle car les sites de pontes choisis par les femelles sont dans la majorité des cas, suffisamment humides (**Duranton** et **Lecoq** , 1990).Si l'œuf a absorbé suffisamment d'eau, la durée du développement embryonnaires dépend essentiellement de la température du sol ; elle décroît à mesure que température augmente.Par ailleurs, toutes autres conditions étant également, les grégaires se développent légèrement plus vite que les solitaires (**Duranton** et **Lecoq**,1990).Selon(**Pasquier** ;1959).le développement des œufs du criquet pèlerin, si la chaleur est élevée, peut être court, une dizaine de jours, même moins en laboratoires, dans le cas contraire il peut aller jusqu' à un mois et beaucoup plus. La vitesse de développement de l'œuf dépend de la température du sol. La mortalité des œufs peut être causée par plusieurs facteurs.

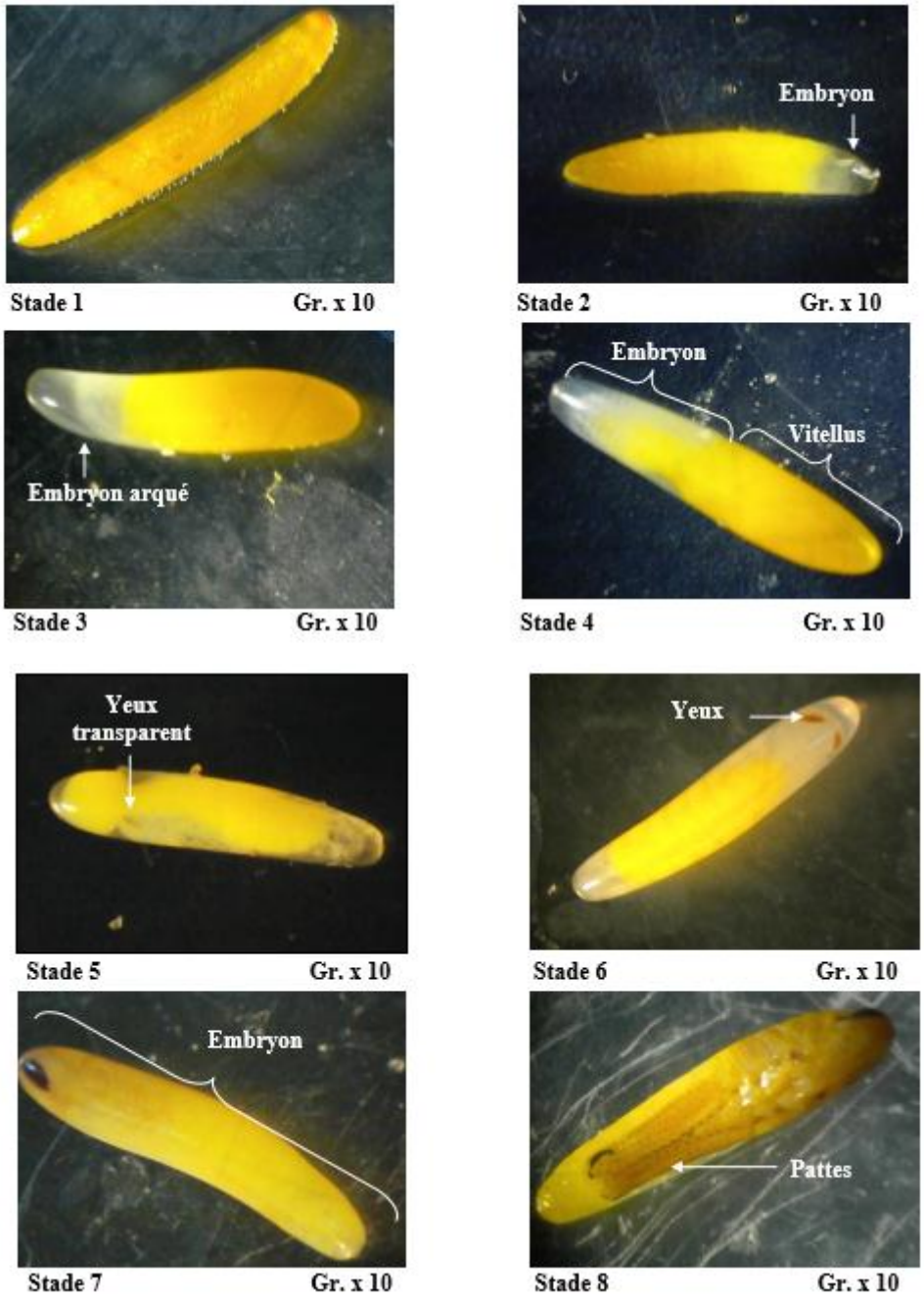


Fig N°19 : Les différents stades embryonnaires chez les individus témoins de *S. gregaria* (Outtar ; 2006)

3. Etat larvaire :

La durée du développement larvaires varie d'un à deux mois (Major,1993)Chez les solitaires, les larves néonates sont plus petites et moins résistantes aux conditions défavorables, surtout à la sécheresse. Le nombre de stades est de cinq chez les grégaires, cinq ou six chez les solitaires avec un stade supplémentaires facultatif (***Fig N°20***) connu le plus

souvent chez les femelles (**Popov** et **Al**., 1991).Selon (**Duranton** et **Lecoq**;1990), la durée du développement larvaires varie essentiellement en fonction de la température de l'aire .par ailleurs, dans des conditions écologique identique les grégaires se développent plus rapidement que les solitaires. Chez les solitaires, dans les conditions optimales, le développement larvaire dure au minimum 30 jours. Il peut s'étendre à trois mois en cas de condition très défavorables. Chez les grégaires dans de bonnes conditions, la durée de développement larvaire la plus court est de 25 jours. Dans de mauvaises conditions elle peut monter jusqu' à plus de 50 jours



.

Fig N°20: Quelques mues de ***Schistocerca gregaria***(Benhassan, 2014)

4. Etat imaginal :

Lorsque les criquets pèlerins atteignent une région où des pluies abondantes sont tombées, ils arrivent à maturation en semaine et commence à pondère (***FigN°21***),à condition que la température soit supérieures à 17 °C(**Popov**, 1954)et (**Magog**, 1993). Cette maturation rapide est attribuée aux concentrations élevées d'une hormone de croissance la gibbérelline A3, présent dans les jeunes feuilles. Les concentration sont bien moins élevées dans la végétation sénescente qui constitue la nourriture du criquet pendant la saison séché (**Ellis** et **Al**.,1965 in Mar, 1993) .



Fig N° 21 : Imago solitaire (A),Imago grégaire (B)(Lecoq,2012)

I.3.2 Cycle biologique de *Locusta migratoria :*

Le criquet migrateur est une espèce à reproduction continue durant toute l'année sans arrêt de développement à aucun stade (**Lecoq** ,1991). Le cycle biologique de ce ravageur comprend trois états successifs: l'état embryonnaire, l'état larvaire et l'état imaginale (**Appert** et **Deuse**, 1982). Pour (**Launois-Luong** et **Lecoq** 1989), le criquet migrateur africain peut avoir 4 à 5 générations par an sous sa phase solitaire et 3 dans sa phase grégaire (**Fig N°22**).

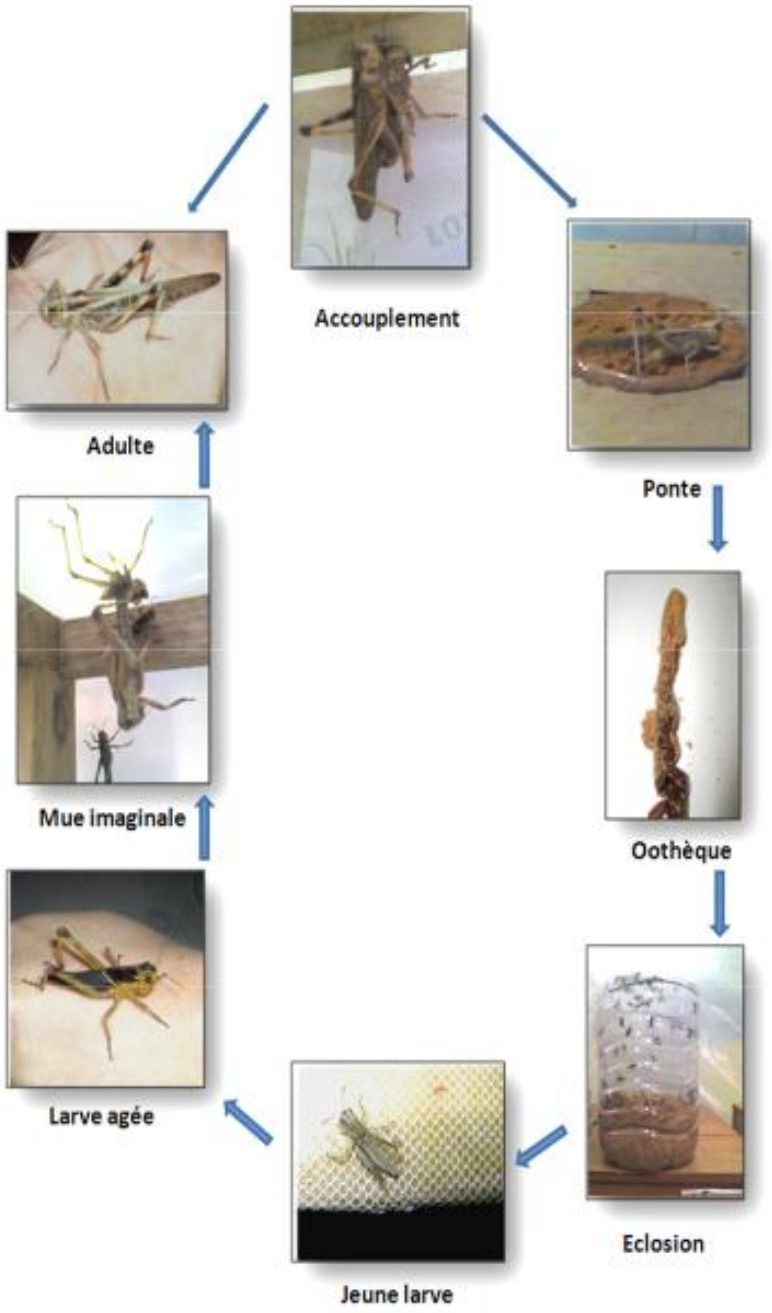


Fig N° 22 : Cycle biologique du Criquet migrateur (**Outtar,** 2009)

1. **La ponte :**

Au moment de la ponte, la femelle enfonce son oviscapte profondément dans la Terre (**Balachowsky** et **Mesnil**,1936) (***FigN°23***)(**Outtar**, 2009). Les œufs sont déposés sur la couche humide du sol entre cinq à quinze cm de profondeur (**Popov** et **Al**.1990). Une fois qu'elle a déposé ses œufs, la reproductrice redresse son abdomen puis remplit le trou en y grattant de la terre et tasse bien la surface (**Steedman**, 1988).



FigN°23 : La ponte chez la femelle de ***L.m.cinerascens*****(**Outtar, 2019)

2. Le développement embryonnaire :

Les œufs des criquets évoluent en un temps très variable mais en rapport direct avec les conditions extérieures, la température en particulier (**Chopard**, 1932). Chez ***Locusta migratoria***, l'embryogenèse dure 18 jours à 27°C et 10 jours à 33°C (**Duantan** et **Al** .,1982), mais elle peut durer plus d'un mois en particulier en saison fraiche (**Lecoq**, 1991).

3. Éclosion et développement larvaire :

En saison chaude, le développement larvaire passe normalement par 5 stades et dure environ 3 semaines (**Launois-Luonget Lecoq**, 1989). Les 3 premiers stades larvaires se ressemblent avec bien sur une augmentation de taille (Fig N°24)(**Bellmann** et **Luquet**, 1995), (Fig N°25)(**Outtar**, 2009)et (Fig N°26). Les larves de $4^{ème}$ et $5^{ème}$ stade se distinguent par leur taille et la grandeur de leur ébauches alaires qui sont dirigées vers le haut (Fig N°27) (**Outtar**, 2009) et (Fig N°28) et qui restent différentes de celles des 3 premiers stades qui sont dirigées vers le bas (**Bellmann** et **Luquet**, 1995).



Fig N°24: Larve L1 de ***Locusta migratoria*** lors de l'éclosion



Fig N°25 : Larve L2 de ***locusta migratoria***(**Outtar,** 2009)



Fig N°26 : Larve L3 de ***locusta migratoria***



Fig N°27 : Larve L4 de ***Locusta miaratoria***(**Outtar.** 2009)



Fig N°28 : Larve L5 de ***locusta migratoria***

4. Développement imaginal et maturation sexuelle :

La larve du L5 subit une mue imaginale qui donne naissance à l'adulte (Fig N°29) (**Outtar**, 2009) et (Fig N°30) (De **Gregorio**, 1996). Ce jeune imago possède des téguments mous qui durcissent progressivement en une dizaine de jours au maximum. Après cette étape, le jeune imago se consacre surtout à la recherche d'un biotope favorable à l'alimentation. (**Duranton** et **Lecoq**, 1990).



Fig N°29 :La mue imaginale chez ***Locusta migratoria***(**Outtar,** 2009)



Fig N°30 : Imago mâle immature de ***Locusta migratoria cinerascens***

5. L'Accouplement :

Les individus de cette espèces peuvent s'accoupler 4 jours après la mue imaginale (**Steedman**, 1988).

Pour s'accoupler, la mâle grimpe sur la femelle, l'extrémité de son abdomen tordue sur le coté (**Chopard**, 1938), le spermatophore est introduit dans la spermathèque de la femelle (Fig N°31), le sperme se trouve transféré dans les organes femelles (**Grassé**, 1949).



Fig N°31: L'accouplement chez ***Locusta.m.cinerascens***

I.4 Polymorphisme phasaire des deux acridiens : *Shistocerca gregaria* et *Locusta migratoria :*

I.4.1 Polymorphisme phasaire de: *Shistocerca gregaria* :

Le Criquet pèlerin appartient à la catégorie des acridiens de type «locuste» présentant un phénomène de polymorphisme phasaire, c'est-à-dire la possibilité de

développer des aspects variés et réversibles, selon la densité des populations. Les locustes sont des acridiens «grégariaptes», aptes à se grégariser, c'est-à-dire de changer de comportement –de solitaire à grégaire –en fonction de la densité de la population. Ce sont des espèces "polymorphes", pouvant présenter des aspects variés. En effet, selon la densité de la population –outre les modifications comportementales -elles prennent des formes, des couleurs et des caractères physiologiques très différents.

Ces différents aspects que peuvent revêtir les acridiens de type locuste en fonction de la densité sont désignés sous le terme de phases. On parle de phase solitaire pour les populations de faible densité et de phase grégaire pour les populations de forte densité. Ces différentes formes constituent une série continue: les phases extrêmes -solitaire et grégaire -sont réunies par des formes intermédiaires ou transiens.

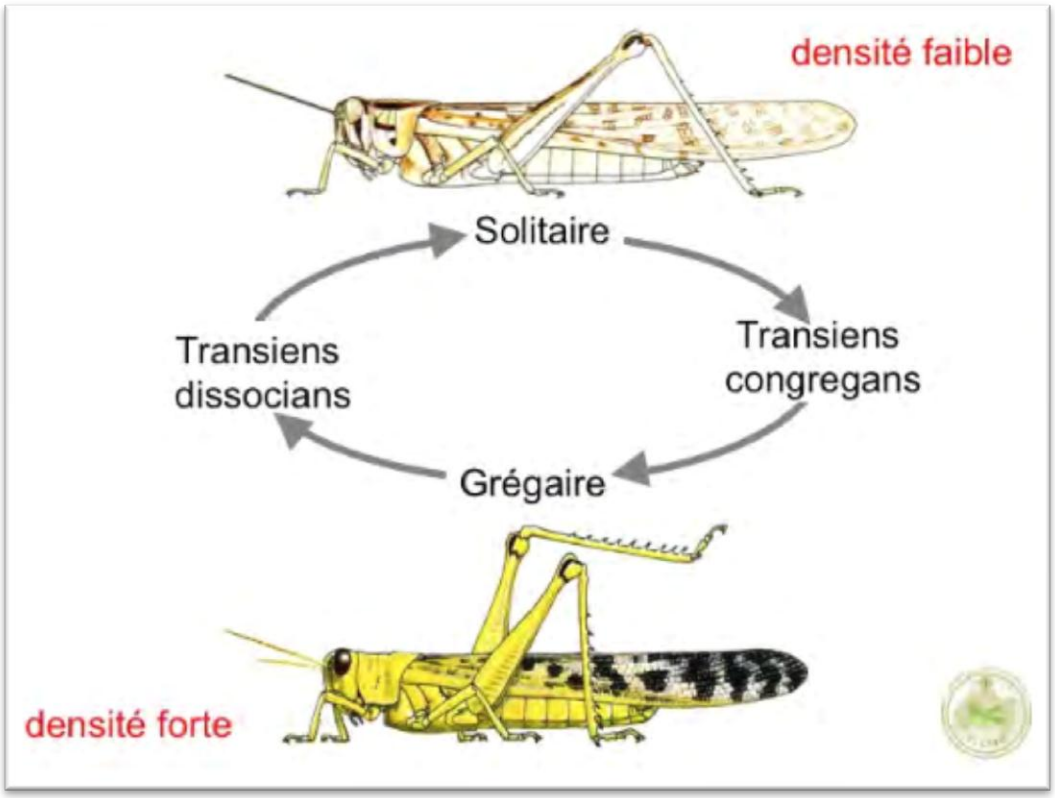


Fig N°32 : la phase solitaire et grégaire de criquet pèlerin

Les Criquets pèlerins peuvent changer de comportement, physiologie, couleur et forme sous l'effet d'un changement de densité de leurs effectifs. Quand la densité est faible, les criquets pèlerins se comportent en tant qu'individus (phase solitaire); quand elle est élevée, ils se comportent en tant que masse unique (phase grégaire). Les seuils précis auxquels ces changements se produisent ne sont pas établis. Trois étapes se succèdent dans la transformation phasaire: concentration, multiplication et grégarisation.

A-La concentration:

La concentration Sur les superficies réduites offrant des conditions favorables au criquet pèlerin; elle peut se réaliser, d'une part, à l'échelle synoptique grâce au regroupement d'imago solitaires par systèmes de vent et / ou, d'autre part, à la méso- échelle par réduction des surface habitables.

B-La multiplication:

La multiplication permet une augmentation des effectifs, si conditions écologiques optimales se maintiennent.

C-La grégarisation:

Si la densité critique est atteinte et maintenue au moins le temps d'une génération ; en réalité, le passage de la phase solitaire-type nécessitera le maintien de condition favorables pendant au moins 4 génération successives. a transition de phase solitaire à la phase grégaire, et vice verse, constitue une phase transitoire et on parle alors de criquet transiens si la densité acridienne augment, on parle de transiens congregans et, si elle diminue, de transiens Dissocians (**Symmons** et **Cressman** ,2001).

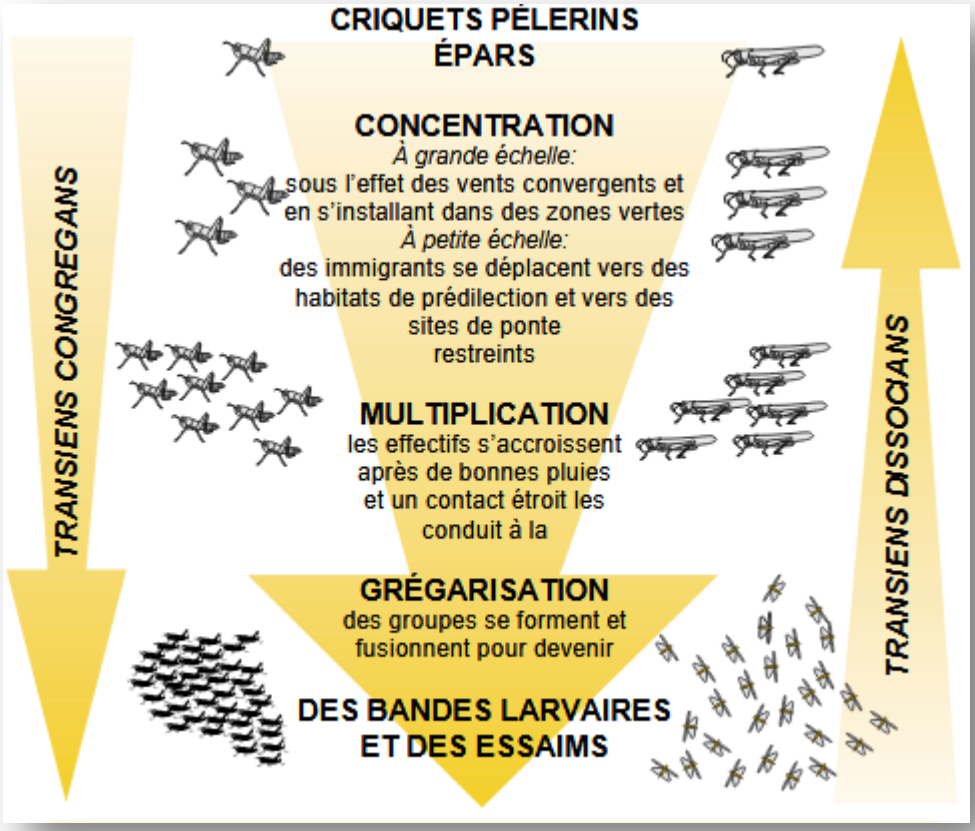


Fig N°33: Polymorphisme phasaire de criquet pèlerin

I.4.2 Polymorphisme phasaire de *Locusta migratoria :*

L. migratoria est un locuste très sensible qui peut passer d'une forme solitaire à une forme grégaire dès que la densité dépasse un seuil critique de 2 000 ailés/hectare en zone subtropicale. Le polymorphisme phasaire s'exprime par des différences morphologiques, anatomiques, physiologiques, écologiques et comportementales (**Anonyme**, 2007). Selon le même auteur (2007), *L. migratoria* et *L. danica* étaient considérés comme deux espèces différentes jusqu'en 1921, où il a supposé qu'il s'agissait en fait de deux formes différentes d'une seule et même espèce, l'une caractérisant les populations grégaires et l'autre les populations solitaires. D'après (**Popov** et **Al** ;1991), la transformation phasaire, dans les deux sens, se produit aisément et fréquemment. Les extrêmes phasaires sont très distincts tant sur le plan éthologique que sur les plans physiologique et morphologique. Trois étapes se succèdent dans la transformation phasaire :concentration, multiplication et grégarisation. La transition de la phase solitaire à la phase grégaire, et vice versa, constitue une phase transitoire et on parle alors de criquets transiens. Si la densité acridienne augmente, on parle de transiens congregans et, si elle diminue, de transiens dissocians (**Symmons** et **Cressman** ;2001). Selon (**Chara** ;1995), le passage de la phase solitaire à la phase grégaire et d'une période de rémission à une période d'invasion s'explique par : – Le maintien de conditions écologique favorables pendant des périodes suffisamment longues ce qui augmente la longévité des individus et leur fécondité. – Le dessèchement progressif de la végétation qui réduit les espaces favorables et qui conduit les criquets à se rassembler vers les taches de végétation qui persistent dans les zones d'accumulation des eaux se traduit par une centro-densation. – L'action des vents convergents qui regroupent des individus venant d'horizons différents: l'extro-densation.– le rassemblement d'individus sur certaines plantes préférentiellement appelées: l'identitodensation. (**Girardle** ;1991), montre que les effets de groupe, les effets de masse et les facteurs abiotiques seraient les causes primaires du polymorphisme phasaire des criquets grégarisables.

I.5 Les milieux de vie et les biotopes de deux acridiens :

I.5.1 Les milieux de vie et les biotopes de criquet pèlerin :

Le criquet pèlerin est une espèce xérophile de régions désertiques, géo-phytophile, à régime alimentaire polyphage. On le trouve dans les formations steppiques aux sols sableux ou sablo-argileux, à végétation constituée de quelques buissons, d'herbes pérennes ayant moins d'un mètre de hauteur et de plantes annuelles apparaissant après les pluies (**Launoisluong** et **Lecoq** ;1989).

Les milieux de vie de *Schistocerca gregaria* varient selon l'état phasaire (**Haskell** ;1982). Selon (**Launois-Luong** et **Lecoq** ;1993), les solitaires se reproduisent dans une aire limitée en zone désertique alors que les grégaires, à cause de leurs exigences écologiques moins strictes, colonisent des milieux moins xérotrophes sur des surfaces beaucoup plus considérables. Ils se rencontrent principalement dans des milieux secs avec des pseudosteppes à Panicum turgidum et Acacia ehrenbergiana ou des formations éphémères à Tribulus mollis et Shouwia thebaica.

(**Duranton** et **Lecoq** ;1990), expliquent que l'examen des particularités de sa bioécologie montre qu'il ne s'agit pas d'un insecte xérophile mais au contraire d'un organisme mésophile qui exploite des sites temporairement humides en milieu désertique chaud. II est en effet directement dépendant de l'humidité du sol à l'état embryonnaire et indirectement à l'état larvaire puisqu'il lui faut une végétation turgescente pour trouver abri et nourriture. II se révèle résistant au froid et à l'aridité (modérés) à l'état d'imago immature ; il est alors doté d'un potentiel de dispersion exacerbé qui lui permet de rechercher des biotopes favorables pour accomplir sa maturité sexuelle et assure sa descendance.

Selon les mêmes auteurs, les biotopes du criquet pèlerin peuvent se répartir en quatre catégories principales:

1. Les milieux hostiles où il ne peut survivre.
2. Les biotopes de survie où le criquet pèlerin peut subsister en attendant l'apparition de conditions meilleures.
3. Les biotopes de reproduction où le Criquet pèlerin peut non seulement survivre mais trouve une alimentation et une nature du sol qui lui permettent d'effectuer sa maturation sexuelle, une production d'œufs suffisante et la ponte.
4. Les biotopes de grégarisation qui offrent de bonnes (ou de très bonnes) conditions de reproduction susceptibles d'aboutir directement ou indirectement à des densités pouvant entraîner la transformation phasaire.

I.5.2 Les milieux de vie et les biotopes de criquet migrateur:

Le Criquet migrateur recherche la chaleur (optimum thermique autour de 20°-25°C), des milieux moyennement humides et colonise des steppes ou des savanes à faible couvert ligneux (Anonyme, 2007a). Le Criquet migrateur est une espèce hygro-mésophile, géo-phytophile et graminivore. On le trouve dans les formations herbacées denses sur sols alluviaux. Son optimum pluviométrique est d'environ 50 à 100 mm de pluie par mois en phase solitaire ; il est de 25 à 100 mm par mois en phase grégaire. Il fuit la lumières (**Launois-Luong** et **Lecoq**, 1989).

I.6 Aire de répartition des deux acridiens :

I.6.1 Aire de répartition de criquet pèlerin :

Comme les essaims volant de jour et les ailés solitaires volant de nuit se déplacent dans le sens du vent, les changements saisonniers des flux d'air amènent les criquets pèlerins dans des zones déterminées selon les saisons (Fig N° 34). Par exemple, en début d'été, les criquets pèlerins se déplacent vers le Sud, de l'Afrique du Nord-Ouest au Sahel d'Afrique de l'Ouest. Pendant l'automne, ils retournent vers le Nord mais les basses températures nocturnes limitent le déplacement des ailés solitaires volant de nuit par rapport aux essaims volant de jour.

Les déplacements dans le sens du vent ont tendance à amener les criquets pèlerins dans une zone donnée pendant la saison durant laquelle la pluie est la plus probable, par exemple dans le Sahel d'Afrique de l'Ouest et au Soudan en été et sur les côtes de la mer Rouge en hiver. Après les pluies, les criquets effectuent leur maturation et se reproduisent. Quand la nouvelle génération d'ailés est capable d'un vol soutenu, le régime saisonnier des vents peut avoir changé et les conditions de reproduction peuvent s'avérer médiocres. Les criquets migrent alors rapidement vers une autre zone, fréquemment sur très grandes distances.

Ce qui précède n'est exact que dans le cadre d'une approche globale. Des déplacements ont souvent lieu au cours de périodes de vents particuliers sans nécessairement coïncider avec le régime des vents dominants. En outre, des déplacements rares, et même sans précédent, se produisent. C'est une des raisons pour lesquelles, chaque année, seule une partie de la zone de reproduction saisonnière est infestée. Une autre raison principale de l'échec de la reproduction est l'absence de pluies saisonnières.

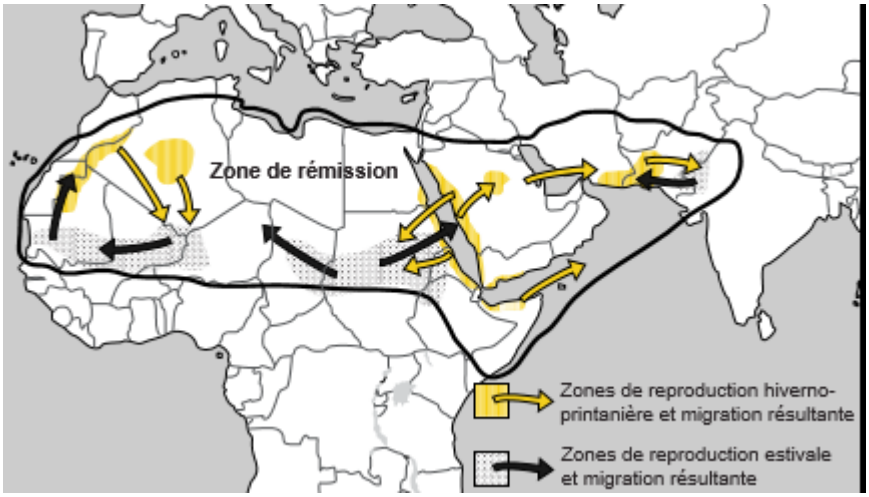


Fig N°34: reproduction de criquet Pèlerin en période de rémission (Copr:centre for Overseas Pest Research)

- Au sein de la zone de rémission, les criquets pèlerins se déplacent avec les vents. Ceux-ci les amènent dans des zones déterminées au cours de l'été (Sahel et désert indo-pakistanais) et au cours de l'hiver et du printemps (Afrique du Nord-Ouest, rives de la mer Rouge et Balouchistan)

Tableau N°02 : les zones de reproduction printanière, estivale et hivernale selon **Symmons P.M** ;**Cressman K**,(2001)

Zones de reproduction printanière	Zones de reproduction estivale
● Afrique du Nord-Ouest	● Soudan, Érythrée, Éthiopie
● Iran, Pakistan	● Afrique de l'Est*
● Intérieur de l'Arabie Saoudite et Yémen	● Sahel, Afrique de l'Ouest
● Péninsule de la Somalie et Afrique de l'Est*	● Frontière indo-pakistanaise

Zones de reproduction hivernale
● Côtes de la mer Rouge et du golfe d'Aden
● Péninsule de la Somalie et Afrique de l'Est*

* pendant les invasions généralisées

Tableau N°03 : saison acridienne de pluies, éclosion et la mue imaginale selon **Symmons P.M** ;**Cressman K**,(2001)

Saison acridienne	Saison des pluies	Éclosion	Mue imaginale
Printemps (grande saison des pluies)	Février à mai	Mars à juin	Mai à août
Été	Juin à septembre	Juillet à septembre	Août à octobre
Hiver (petite saison)	Octobre à janvier	Octobre à janvier	Novembre à février

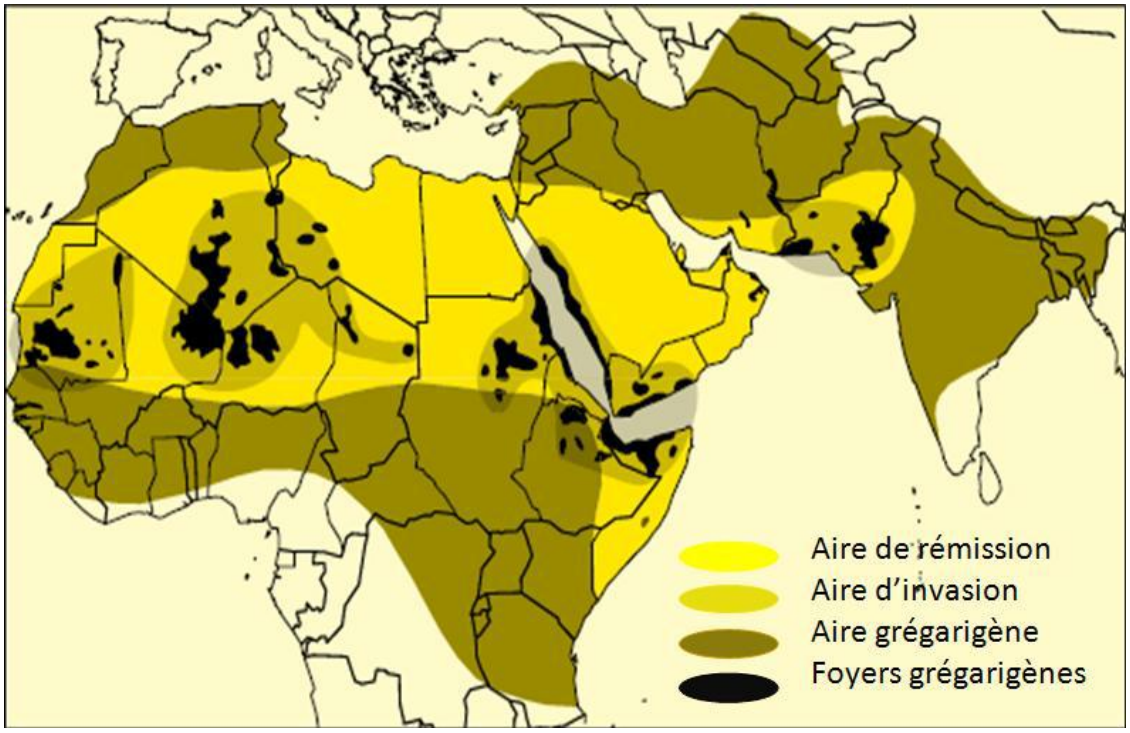


Fig N°35: Aire de distribution du *Schistocerca gregaria* au monde (FAO ,2004)

I.6.2 Aire de répartition de criquet migrateur :

Le criquet migrateur est très répandu dans l'ancien monde. On retrouve ses souches au Mali ainsi que dans la zone d'inondation du fleuve Niger. On rencontre également d'importantes souches dans le sud-ouest de Madagascar, soit dans la partie la plus aride de l'île. Il est, également, signalé dans le bassin du lac Tchad et dans la région du Nil bleu au Soudan. Comme il est aussi connu sur le pourtour méditerranéen européen, en Asie orientale et en Australie. De nombreuses sous espèces au statut plus au moins net ont été décrites principalement en Afrique, au sud du Sahara , en Asie centrale et en Australie. Par contre, il est inconnu en Amérique **(**Fig N° 36) **(Launois –Luong** et **Lecoq,** 1993**).**

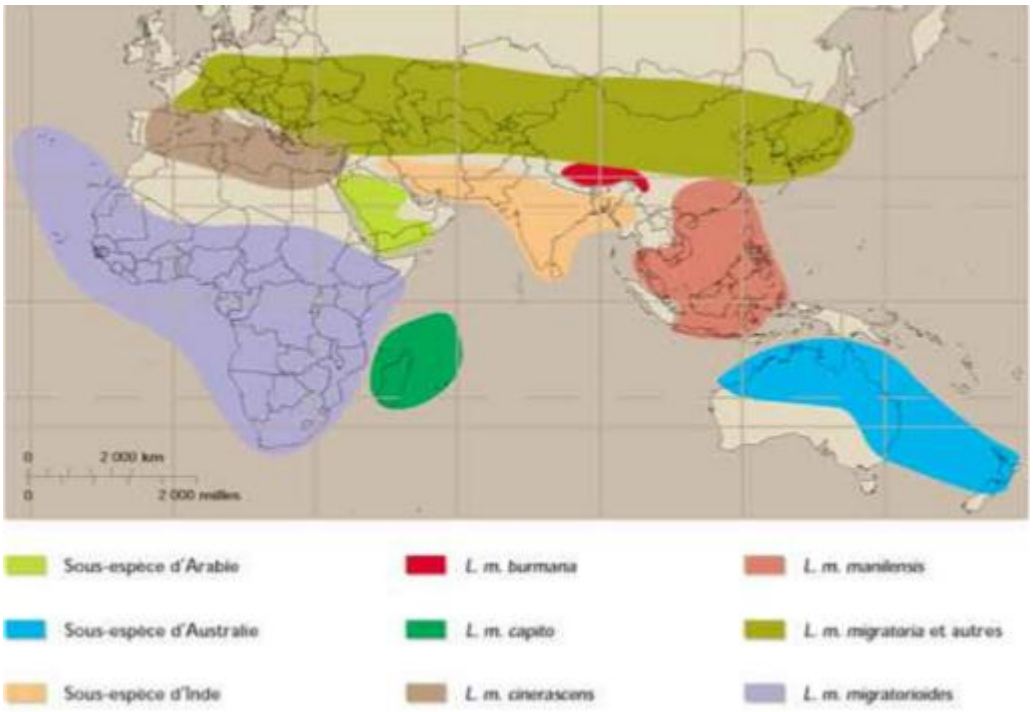


***Fig N°36*: Répartition géographique de *L. migratoria* dans le monde FAO (2001)**

D'après (**Seddik** 1994), la sous-espèce Nord Africaine ***Locusta migratoria cinerasens*** se trouve dans la région d'Adrar. Elle est signalée sous sa forme solitaire sur le littoral Algérois et les Oasis à Biskra et El Goléa .

Selon (**Maurel** 2008 et **Benfekih** 2006) , ***Locusta Migratoria*** a été recensée au nord depuis Tlemcen a l'Ouest, Sétif, M'sila, Bordj Bou Arreridj , Bouira et Tizi-Ouzou au centre jusqu'à El Kala a l'Est. Le même acridien a été signalé à Biskra, El oued, Ghardaïa, Ouargla, Laghouat, Berriane, El Guerrara et à Tamanrasset (**Ould El Hadj**, 2002) (Fig N°37).

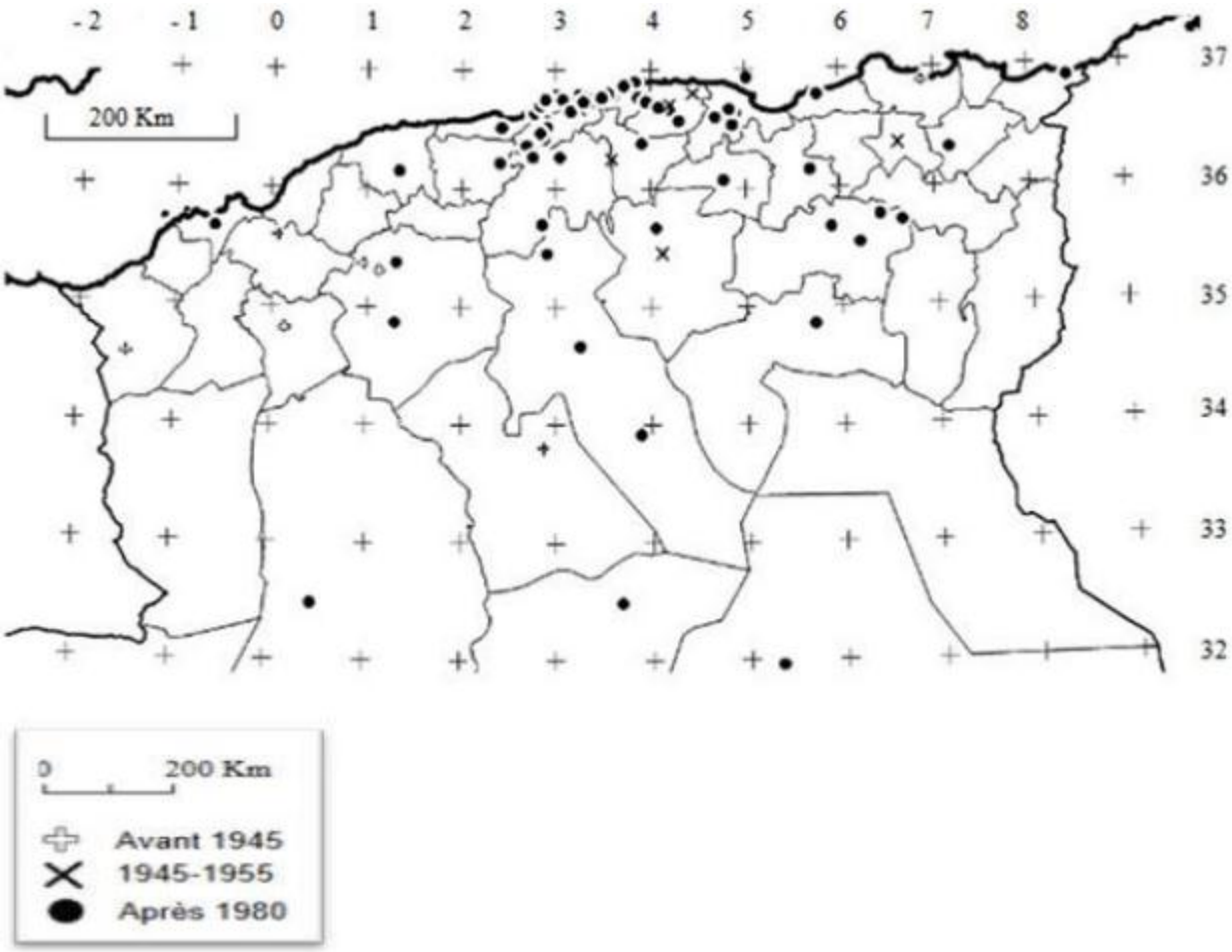


***Fig N°37*: Répartition géographique de *Locusta migratoria* en Algérie (Benfekih ;2006)**

I.7 Les dégâts des deux acridiens :

I.7.1 Les dégâts de criquet pèlerin:

Le criquet pèlerin constitue un ravageur majeur en période d'invasion. Toutes les plantes cultivées, graminéennes ou non, sont susceptibles d'être attaquées. C'est un ravageur migrant de régions extrêmement arides. Sa survie est conditionnée par la venue de pluies erratiques, sa capacité de vol à grande distance et sa faculté de se multiplier en grand nombre en passant de l'état solitaire à l'état grégaire en l'espace de quelques générations (**Launois-Luong** et **Lecoq** ;1989).

Selon(**Popov** et **Al** ;1991), quatre facteurs donnent à cet acridien une importance particulière :

- Sa grande mobilité,
- La fréquence élevée de ses invasions,
- Sa voracité (consommation de l'équivalant de son propre poids de matière

végétale fraîche par jour).

- Sa polyphagie en phase grégaire (absence de discrimination alimentaire de sorte que pratiquement toute plante cultivée ou sauvage risque d'être attaquée).

Un criquet pèlerin en phase grégaire consomme chaque jour 2 g. Un essaim de densité moyenne (50 millions de criquets) consomme chaque jour 100 tonnes de matière végétale fraîche, avec une préférence pour les céréales (mil, maïs, riz, sorgho). Mais ils sont capables de s'attaquer aux écorces des arbres et on a vu des criquets dévorer la laine sur le dos des moutons. Les dégâts infligés par les nuages de criquets pèlerins sont donc considérables d'autant qu'ils s'attaquent à de très nombreuses plantes. Les palmeraies, les vignobles, les cultures maraîchères et les zones céréalières souffrent particulièrement de leur passage. Quelques chiffres donnent la mesure du fléau qu'ils représentent pour l'agriculture. **(Anonyme, 2005b).**

Tableau N°04 : Quelques exemples de pertes dues au criquet pèlerin**. (Anonyme, 2005b)**

Année	Pays	Destructions
1944	Lybie	7 millions de pieds de vignes soit 19% du vignoble
1944	Soudan	35 000 tonnes de céréales
1957	Sénégal	16 000 tonnes de mil
1958	Ethiopie	167 000 tonnes de céréales.

La dernière grande invasion de criquets pèlerins qui a déferlé sur l'Afrique en 1987-1988 après vingt ans de rémission - a frappé pratiquement tous les pays africains. Elle a coûté près de 300 millions de dollars fournis par la communauté internationale (**Anonyme** ;2005b).

La FAO a consacré, dans le cadre d'un programme d'urgence, près de 800 000 dollars à la Mauritanie et au Maroc dans le cadre de sa campagne acridienne et compte dépenser plus du double pour aider dans un futur proche l'Algérie, le Mali, le Niger, le Soudan et le Tchad. La dernière estimation de l'organisation, qui remonte au 8 avril 2004, indiquait qu'il fallait près de 17 millions pour juguler le phénomène durant le printemps et traiter, pendant l'été, les aires de reproduction du criquet au Sahel et en Afrique de l'Ouest (**Gbadamassi** ;2004).

I.7.2 Les dégâts de criquet migrateur:

Le criquet migrateur est un ravageur majeur en période d'invasion. Les dégâts sont essentiellement limités aux graminées (mil, maïs, riz, canne à sucre, blé...) mais bananier, ananas, palmier à huile et palmier dattier peuvent être également atteints en période d'invasion. A l'état solitaire, on peut rencontrer le Criquet migrateur dans les milieux

mésotrophes dans l'ensemble de son aire de distribution. Des aires grégarigènes partent les essaims, prélude à l'invasion généralisée. Les phénomènes de crue et surtout de décrue en saison sèche dans le delta du Niger mettent à jour des biotopes refuges pour l'espèce à une période de l'année où elle est en grande difficulté du fait de l'assèchement du milieu environnant. Les zones découvertes par le retrait des eaux bénéficient d'une humidité résiduelle et d'une végétation restée temporairement turgescente qui sédentarise les populations acridiennes. L'amorce de la grégarisation s'effectue lorsque la vitesse de retrait des eaux découvre de grandes surfaces qui s'assèchent rapidement et contraignent les criquets à se regrouper sur des aires de plus en plus restreintes. L'élévation densitaire augmente les contacts interindividuels et déclenche le processus de la transformation phasaire (**Launoisluong** et **Lecoq** ;1989).

I.8 la lutte anti-acridienne :

1.8.1. La lutte mécanique :

Les méthodes de lutte mécanique contre les acridiens sont les plus anciennes. Elles diffèrent selon qu'il s'agit de détruire physiquement les œufs, les larves ou les ailés. La destruction des œufs s'obtient en labourant les terres de 10 à 15 cm pour atteindre les pontes les plus profondes, cette méthode exige des zones cultivées car le labour ne peut pas être réalisé pour les sols inaccessibles au tracteur ou à la charrue. Les destructions des larves et des jeunes ailés à tégument non durcis se font en rassemblant les acridiens dans un fossé préparé à l'avance. Le rabattage est pratiqué en agitant des vêtements, des feuillages, ou en faisant du bruit (tambours, cris, chants). Le feu est entretenu sur des cordons de feuillages, d'herbes sèches, ou allumé au lance-flamme. Les ailés grégaires sont difficiles à détruire mécaniquement excepté à l'aube et au crépuscule où ils sont posés au sol. Des lance flammes et des grenades ont été utilisés contre eux (**Duranton** et **Al** ; 1982).

1.8.2. La lutte écologique :

La lutte écologique consiste à modifier l'environnement au désavantage de l'acridien et si possible au bénéfice de l'homme. Cela suppose une connaissance approfondie du tempérament écologique de chaque espèce acridienne, des facteurs agissant que l'on peut modifier, et des conséquences de ces changements sur l'écosystème tout entier.

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. Les moyens utilisés sont par exemple :

- L'inondation temporaire de certains sites de reproduction,
- La reforestation de clairières,

- le labourage de sols indurés,
- les semis de plantes répulsives,
- la suppression des jachères (**Duranton** et **Al** ;1987).

1.8.3. La lutte chimique :

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. Pour lutter contre les locustes, il y a trois stratégies principales :

1-Le traitement ponctuel des concentrations (spot treatment, traitement d'essaims),

2-Le traitement en bloc des surfaces les plus infestés,

3- Le traitement en barrières (**Scherer** ; 1998). D'après (**Rachadi** ;1991), les produits chimiques utilisés en lutte anti-acridienne sont généralement destinés à tuer les criquets soit immédiatement, soit après un délai plus ou moins long. Ils sont utilisés contre les invasions et les populations acridiennes après s'être assuré du statut du ravageur, du niveau d'infestation et des surfaces envahies. (**Luong-Skormand** et **Al** ;1999), signalent que les dangers de l'utilisation d'énormes quantités d'insecticides pour la population humaine impliquée et l'impact sur l'environnement étaient évidents. Cette situation a permis de lancer ou de relancer de nombreux travaux de recherche destinés à trouver des produits de substitution aux insecticides chimiques traditionnels.

1.8.4. La lutte biologique :

La lutte biologique est une alternative pour assurer une meilleure protection de la santé et de l'environnement. La lutte avec des agents biologiques offre des possibilités pour stopper l'invasion acridienne, tout en préservant la santé et l'environnement. Des espèces animales et végétales ont été identifiées dans le monde comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte antiacridienne (**Thiam A** et Al ;2004).

- **Les ennemis naturels :**

Les acridiens sont aussi la proie ou l'hôte d'un grand nombre d'ennemis naturels vertébrés et invertébrés : prédateurs, parasitoïdes, parasites, agents pathogènes (champignons, bactéries, protozoaires, virus). Beaucoup d'entre eux entraînent la mort de l'insecte (**Greathead** et **Al**., 1994).

- **Les extraits végétaux** :

Les extraits provenant de deux méliacées, Azadirachta indica (margousier ou neem) et Melia volkensii, connus depuis longtemps pour leurs effets répulsifs et antiappétants contre les insectes, présentent également des propriétés antiacridiennes intéressantes. Des extraits de

fruits, de feuillages ou d'écorce protègent efficacement les cultures des attaques d'acridiens. Appliqués directement sur des larves et sur des imagos de criquets pèlerins (**Rembold** ; 1997). Ces produits sont biodégradables et ne sont pas nocifs pour l'homme et l'environnement. Par ailleurs, les plantes-source sont communes, peu exigeantes sur la qualité des sols, et offrent un intérêt économique évident pour les pays d'Afrique qui peuvent tirer avantage en exploitant cette ressource naturelle. Il reste cependant à résoudre des problèmes importants concernant la production de masse de ces extraits (masse végétale nécessaire pour traiter un hectare infesté), le coût de récolte et d'extraction élevés ainsi que les homologations (**Luong-Skormand** et Al ; 1999).

- **Les myco-pesticides** :

Sur plusieurs centaines d'espèces de champignons entomopathogènes, seul un très petit nombre affecte les acridiens. Deux genres sont particulièrement prometteurs : *Beauveria* et *Metarhizium*. Ces champignons se trouvent communément dans le sol. Grâce à la germination des spores à travers la cuticule externe ou à travers le tube digestif, ils peuvent envahir la cavité générale de l'hôte. La contamination se fait donc par contact ou par ingestion de la plante traitée par le myco-insecticide. Durant cette première étape, diverses interactions pathogène-hôte agissent au niveau de la cuticule (mécanisme de défense de l'hôte, virulence de la souche, hygrométrie ambiante, etc….) décidant ou non de la pénétration du pathogène (**Fargues** et **Goettel**, 1996). Les champignons peuvent tuer très rapidement en l'espace de quelques heures par l'intermédiaire de toxines, ou plus lentement par épuisement de l'hôte dont ils prélèvent l'eau et les nutriments pour se développer. Dans ce dernier cas, on observe une perte d'appétit et une réduction des capacités de vol des criquets ce qui limite les dommages aux cultures avant la mort du ravageur. Le taux de mortalité peut atteindre 70 à 90% et les criquets meurent au bout d'une à deux semaines après le traitement, selon l'importance de la biomasse végétale qui influe sur le taux de dilution des spores épandues, de la dose de spores, de la virulence de la souche et de la susceptibilité des acridiens cibles (**Luong-Skormand** et **Al ;** 1999). En 2005, la FAO a organisé un essai en Algérie avec la formulation huileuse Green Muscle du champignon entomopathogène, Metarhizium anisopliae var. acridum, fourni par la compagnie sud-africaine BCP. L'essai a été financé par le FIDA. L'exécution de l'essai a été assurée par des agents de l'Institut National de Protection des Végétaux sous la supervision d'un consultant de l'IITA de Cotonou, Bénin (**Kooyman** et **Al**., 2005).

- **Les bactéries entomopathogènes :**

Des bactéries impliquées dans des maladies épizootiques sont observées chez les populations

de criquets sauvages et élevées au laboratoire. Deux espèces (Serratia marcescens et Pseudomonas aeruginosa) infectent uniformément des sauterelles une fois ingérées avec la nourriture et peuvent s'étendre dans la population de laboratoire (**Zelazny** et **Al** ; 1997 cité par **Allache**, 2005).

II.1 Généralité sur les deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L*

II.1.1 Généralité sur *Lavandula* :

La lavande est plus utilisée pour son intérêt ornemental que pour ses qualités aromatique et médicinale, elle ne se contente pas d'être belle ; elle soigne, parfume nos intérieurs et épice nos plats (**Vialard** ; 2008).

Elle a beaucoup de variétés sont cultivées autours du monde mais au moins cinq espèces différentes sont employées en médecine. Elle a été employée par les Romains et l'Afrique du nord pour parfumer les bains et entretenir le linge. L'armée romaine l'utilisait comme désinfectant. On dit que les égyptiens employaient la fleur de lavande dans le processus de momification. Dans la médecine chinoise traditionnelle, la lavande été utilisée pour traiter l'infertilité, l'infection, l'angoisse et la fièvre. La médecine arabe l'employait pour les problèmes des reins et comme stomachique.

Au Moyen Âge, ses pouvoirs désinfectants étaient reconnus et on en faisait des fumigations et des emplâtres destinés à combattre la peste, d'ailleur Hildegarde de Bingen vante ses vertus antiseptiques et dépuratives. Pour Matthiole, la lavande est une panacée, elle traite les spasmes du cerveau, les convulsions et les paralysies, elle conforte l'estomac, délivre le foie et la rate, échauffe la matrice et provoque les règles dit-il.

Dans la même époque, cette plante fut utilisée pour la composition de parfums et de médicaments. Au XVIIe siècle, la lavande fut reconnue pour guérir, outre les maladies nerveuses, les affections coliques et les catarrhes pulmonaires. Au XVIIIe siècle, on la dénomme la plante céphalique (pour soulager les maux de tête).

Le genre *Lavandula* appartient à la sous-famille des Nepetoideae du fait du caractère hexaperturé des grains de pollen, la sous-famille des Nepetoideae est divisée en 3 tribus dont celle des Ocimeae dans laquelle sont placées les lavandes. Les espèces appartenant au genre *Lavandula,* sont des sous arbrisseaux aromatiques vivaces à tiges ligneuses formant des touffes, à feuilles généralement étroites, linéaires grisâtres, à épis floraux plus ou moins denses, suivant l'espèce. Les fleurs sont bractéoles, avec un calice tubuleux à 5 dents inégales, la corolle est petite, de couleur bleue ou violacée, tubuleuse et bilabiée.les 4 étamines et carpelles incluses.les fruits sont sous forme d'akènes (**Baba Aissa** ;2011).

L'histoire taxonomique du genre *Lavandula* a été particulièrement bien décrite par (**Upson** et

Andrews ;2004), brièvement, dès la renaissance déjà 5 espèces de lavande étaient reconnues. Le nombre d'espèces décrites n'a cessé d'augmenter au fil des explorations botaniques dans le Maghreb et l'Asie. Ces études ont conduit à reconnaître actuellement 39 espèces différentes réparties en trois sous-genres *Fabricia*, *Sabaudia* et *Lavandula*. Cette structuration taxonomique est appuyée aussi par une analyse phylogénétique du polymorphisme de séquences ITS (Internal Transcribed Spacer – séquence interne traduite).

Tableau N°05 Taxonomie du genre *Lavandula* Upson et Andrews (2004)

Genre	Sous-genre	Section	Espèces
Lavandula	***Lavandula***	*Lavandula*	*L.angustifolia* Mill.
			L.lanata Medik.
			L.latifolia Boiss.
		Dentatae	*L.dentata* L.
		Stoechas	*L.pedunculata* (Mill) Cav.
			L.stoechas L.
			L.viridis L'Hér.
	Fabricia	*Pterostoechas*	*L.multifida L.*
			L.canariensis Mill.
			L.minutolii Bolle.
			L.bramwellii Upson & S.Andrews
			L.pinnata L.f.
			L.buchii Webb & Berthel.
			L.rotundifolia Benth.
			L.maroccana Murb.
			L.tenuisecta Coss. Ex Ball
			L.rejadalii Upson & Jury
			L.mairei Humbert
			L.coronopifolia Poir.
			L.saharica Upson & Jury
			L.antinea Maire
			L.pubescens Decne.
			L.citriodora A.G. Mill.
		Subnudae	*L.subnuda* Benth.
			L.macra Baker
			L.dhofarensis A.G. Mill.
			L.samhanensis Upson & S.Andrews
			L.setifera T. Anderson
			L.qishnensis Upson & S.Andrews
			L.nimmoi Benth.
			L.galgalloensis A.G. Mill.
			L.aristibracteata A.G. Mill.
			L.somaliensis Chaytor
		Chaetostachys	*L.bipinnata* (Roth) Kuntz
			L.gibsonii J. Graham
		Hasikenses	*L.haskinensis* A.G. Mill.
			L.sublepidota Rech.f.
	Saboudia	*Sabaudia*	*L.atriplicifolia* Benth.
			L.erythraeae (Chiov.) Cufod

II.1.2 Généralité sur *Rosmarinus officinalis L* :

le romarin, chargé de symboles chez les Anciens qui en faisait des couronnes, a servi à l'élaboration d'un remède longtemps réputé, « l'Eau de la reine de Hongrie » qui en fait est un alcoolat : à l'aide de ce remède, la souveraine, âgée de 72 ans, guérit des rhumatismes et de la

podagre (**Botineau.M** ; 2010) Les médecins arabes utilisaient beaucoup le romarin et ce sont eux qui réussirent les premiers à en extraire l'huile essentielle (**Fuinel.G** ;2003,2002).

Le nom latin *Rosmarinus* est habituellement interprété, comme dérivé "ros" de la rosée et "marinus" d'appartenir à la mer, bien qu'elle se développe habituellement loin de la mer (**Athamena.S** ;2009)

II.2 systématique de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L* :

II.2.1 systématique de *Lavandula* :

1 Lavande dentée (*Lavandula dentata L).*

Lavandula dentata L. est connue en France par la lavande dentée (**Chevalier**, 2013).

En Algérie elle est connue sous le nom de Djaida (جعيدة) (**Baba Aissa**, 2011).

D'après (**Mark,W**.,2009), ***Lavandula dentata L***. est classée comme suit :

- **Règne :** Plantae
- **Embranchement :** Spermaphytes
- **Sous-embranchement :** Angiospermes
- **Classe :** Dicotylédones
- **Ordre :** Lamiales
- **Famille :** Lamiacées
- **Genre :** Lavandula
- **Espèce :** ***Lavandula dentata L.***



Fig N°38: ***Lavandula dentata L***.selon Mellouk .A(2017).

2. *Lavandula multifida L* :

❖ Noms communs :

Arabe : الخزامة

Français : la lavande

Anglais : lavender

D'après (**Quezel et Santa** ;1963), la systématique de *Lavandula Multifida L* est la suivante :

- **Règne :** plante.
- **Sous-règne :** plante vasculaires**.**
- **Embranchement:** spermaphytes.
- **Sous-embranchement :** angiospermes.
- **Classe :** dicotylédones.
- **Sous-classe :** dialypétales.
- **Ordre :** lamiales (labiales).
- **Famille :** lamiacées.
- **Genre :** *Lavandula.*
- **Espèce :** ***Lavandula multifida L.***



Fig N°39: *Lavandula multifida L*..selon Mellouk .A(2017).

II.2.2 systématique de *Rosmarinus officinalis L* :

classification botanique de l'espèce de *Rosmarinus officinalis L*: (**Frouhat.Z** et **Lahcini.B** ;2013)

- **Règne** : Plante
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : lamiaceae
- **Genre** : Rosmarinus
- **Espèce** : ***Rosmarinus officinalis L***



Fig N°40: *Rosmarinus officinalis L* : (**Frouhat.Z** et **Lahcini.B** ;2013)

II.3 composition chimique de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L* :

II.3.1 composition chimique de *Lavandula :*

II.3.2 composition chimique de *Rosmarinus officinalis L* :

1. Les huiles essentielles :

L'huile essentielle est constituée de plusieurs molécules chimiques de synthèse naturelle. Ces molécules sont différentes selon la nature de la plante et le sol dans lequel la plante va croître, le temps de récolte, la partie de la plante, la préparation de l'échantillon, ainsi que la méthode d'extraction. Les molécules sont formées à partir de divers atomes puisés par la plante via le sol et via sa synthèse organique. L'ensemble constitue des réactions chimiques donnant

naissance aux molécules aromatiques, constituant l'huile essentielle (**Bousbia.N** ;2011). La composition chimique des extraits dépend largement de l'influence des conditions du mode d'extraction sur l'essence contenue dans la plante. Les extraits ainsi que de nombreux dérivés porteurs de fonctions diverses sont constitués principalement de composés terpéniques. Les terpènes sont très répandus dans la nature et surtout dans les plantes comme constituants des huiles essentielles. Ils sont issus d'une voie métabolique secondaire de l'acide mévalonique (Tableau N°06) (**Zermane.A** ;2010)

Tableau N°06 : Composition de l'huile essentielle de romarin (**Zermane.A** ;2010)

Monoterpènes	**Acycliques**	myrcène linalol
	Monocycliques	terpinéol-4 α-terpinéol cinéole limonène
	Aromatiques	P-cymène
	Bicycliques	α-pinène camphène verbénone camphre bornéole acétate de bornyle
Sesquiterpènes		caryophylène humulène

-Les structures chimiques des monoterpènes identifiés dans les huiles de romarin sont représentés par (Fig N°41)

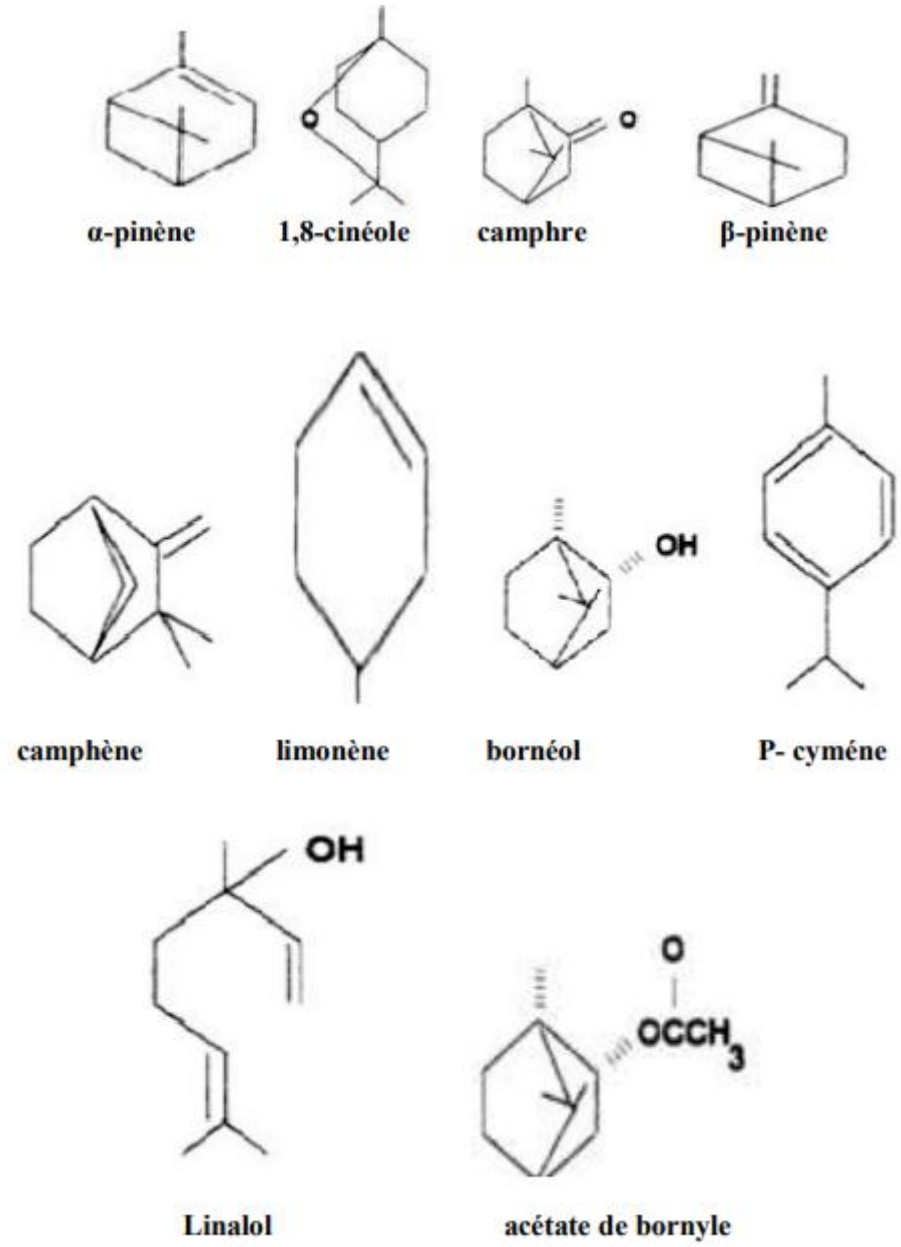
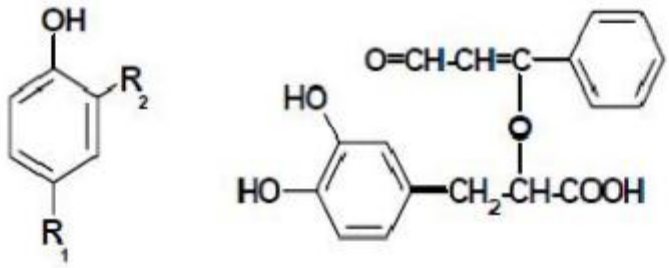


Fig N°41: Structure chimique des monoterpènes identifiés dans les huiles de romarin (**Bajaj.Y.P.S;1997)**

2. Composition phénolique :

Les acides phénoliques: les acides phénoliques présents dans le romarin et à des teneurs importantes sont l'acide rosmarinique, l'acide caféique et l'acide vanéllique **(Zoubeidi.C ; 2004)**



Acide vanéllique : R_1 (COOH), R_2(OCH_3) **Acide Rosmarinique**

Acide caféique : R_1 (CH=CH-COOH), R_2(OCH_3)

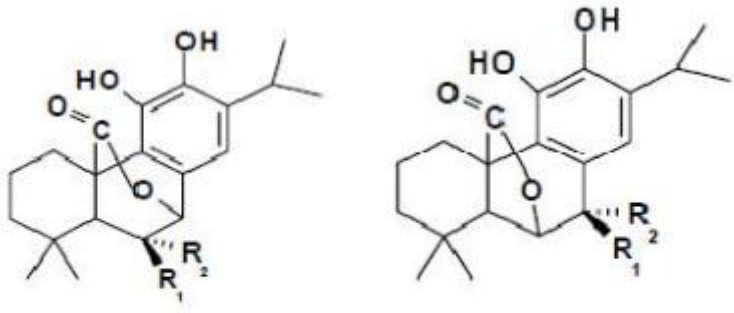
Fig N°42: structure des acides phénoliques dans le Romarin **Zoubeidi.C ; (2004)**

- Flavonoïdes

Le nom flavonoïde proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange, cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus (flavus=jaune) (**Zeghad.N** ; 2009).Plus de dix flavonoïdes sont isolés et identifiés dans le romarin, la plupart d'entre eux sont des dérivés de flavones dont : l'apéginine, le genkwanine, le 6-méthoxy genkwanine, etc…**(Zoubeidi.C ; 2004).**

-Diterpènes

Actuellement, plus de douze diterpènes, sont isolés et identifies dans le romarin, ils sont responsables à l'activité antioxydante de la plante **(Zoubeidi.C ; 2004).**



Carnosol: R_1 (H), R_2 (H) Rosmanol: R_1 (H), R(OH)

Fig N°43: structure de quelques diterpènes phénoliques du romarin **Zoubeidi.C ; (2004)**

II.4 description de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L* :

II.4.1 description de *Lavandula* :

1. Lavande dentée (*Lavandula dentata L.*)

- Description botanique :
- Appareil végétatif :

D'après (**Lazarin** et **Couplan** ;2010), la lavande dentée est un sous arbrisseau vivace formant des touffes à tiges quadrangulaires ligneuses, feuillées à la base et longuement dénudées sous les épis floraux. Elle mesure entre 50 et 90 cm de hauteur. Ces feuilles finement dentées sur les bords vert clair et très aromatiques.

- Appareil reproducteur

Les fleurs de *Lavandula dentata L*. sont bleuâtres en épi court, dense, surmonté de bractées de même couleur (**Baba Aissa** ; 2011) (***Fig N°44***).

Cette lavande fleurit deux fois dans l'année, une première fois au printemps (entre février et juin) puis une seconde fois au l'automne (entre septembre et novembre) (**Lazarin** et **Couplan** ; 2010). Le fruit est un tétrakène (**Benabdelkader** ; 2012).



Fig N°44: Feuilles et inflorescence de *Lavandula dentata L*. selon Mellouk .A(2017).

2. *Lavandula multifida L* :

- Description botanique :
- Appareil végétatif et reproducteur :

Selon (**Lis-Bachlin** ;2002), ***Lavandula multifida L***, peuvent atteindre 1 m de hauteur. Les feuilles sont linéaires et de couleur gris vert, avec une longueur variant entre 3 et 5 cm lors de la floraison (FigN°44). Les pédoncules sont longs, non ramifiés et terminés par des épis dont la couleur variée du mauve pale au violet (**Lis-Bachlin**, 2002).C'est une plante vivace semi persistante dont les feuilles sont très multifides et composées de plusieurs petites feuilles (**Denier** et **Al** ;1985).

Elle pousse spontanément dans le pourtour méditerranéen et l'Afrique tropicale où elle est principalement répartie dans les zones présahariennes de plus en plus sur les affleurements rocheux et sur les sols calcaires plus ou moins drainés (**Zuzarte** et **Al** ; 2011).

II.4.2 description de *Rosmarinus officinalis L* :

Le Romarin, plante commune à l'état sauvage, est l'une des plantes les plus populaires en Algérie, puisqu'on la trouve dans tous les jardins et les parcs en bordure odorante (**Zermane.A** ;2010).Le romarin est un arbrisseau de la famille des labiées (**Zeghad.N** ; 2009).; de 50 cm à 1 m et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé (**Makhloufi .A**) ;Les feuilles sont coriaces, persistantes, sessiles, linéaires, entières, enroulées sur les bords, vertes et ponctuées dessus, blanches tomenteuses à la face inférieure (**Rameau. J.C** et **Dumé.G** ;2008). Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement odorante et tenace (**Makhloufi .A**).

La floraison commence dès les mois de janvier/ février et se poursuit jusqu'en avril – mai (**Zeghad.N** ; 2009).Les fleurs sont réunies au sommet des rameaux, bleues pâles à blanchâtre, pratiquement sessiles, disposées en petites grappes axillaires et terminales, bractées tomenteuses lancéolées (**Rameau. J.C** et **Dumé.G** ;2008). Le calice velu à dents bordées de blanc, elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base comme pour la plupart des Lamiacées (**Zeghad.N** ; 2009). Le fruit, ovoïde, est entouré par un calice persistant, sec est constitué de quatre akènes (tétrakène). Il attire les insectes (entomophiles) pour assurer la pollinisation (entomogame) (**Eloutassi.N** ;2004).

1. **Feuille**

Les feuilles sont étroitement lancéolées linéaires, faibles et coriaces, les fleurs d'un bleue pale, maculées intérieurement de violet sont disposées en courtes grappes denses s'épanouissent presque tout au long de l'année (gonzalez-trujano et al., 2007 ; Atik Bekkara et al ., 2007)



Fig N°45: Feuille de *Rosmarinus officinalis L* Source (Academic, 2000-2014)

2. Fleure

Les fleurs sont des pentamères, en général Hermaphrodites. Le calice est plus ou moins bilabié persistant et la corolle bilabiée, longuement tubuleuse, parfois à 4-5 lobes subégaux ou à une seule lèvre inferieure trilobée, la supérieure est bilobée. L'androcée est formé de 4 étamines, la cinquième étant très réduite, parfois 2 étamines et 2 staminodes. Le Gynécée forme 2 carpelles biovulés subdivisés chacun par une fausse cloison en 2 logettes uniovulées (Madadori ,1982).le style bifide gymno basique est le fruit constitué par 3 akènes plus ou moins soudées par leur face inter.



Fig N°46: la fleur de *Rosmarinus officinalis L* Source (Valter Jacinto ,2015)

3. racine :

C'est la partie souterraine de la plante, spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux et dans la fixation au sol, la racine du *Rosmarinus officinalis* est profonde et pivotante.



Fig N°47: la Racine de *Rosmarinus officinalis L*. (paprikaetchocolat.wordpress.com)

4. Tige :

Arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètres cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme axillaire plus ou moins simulant des épis (Sanon, 1992).

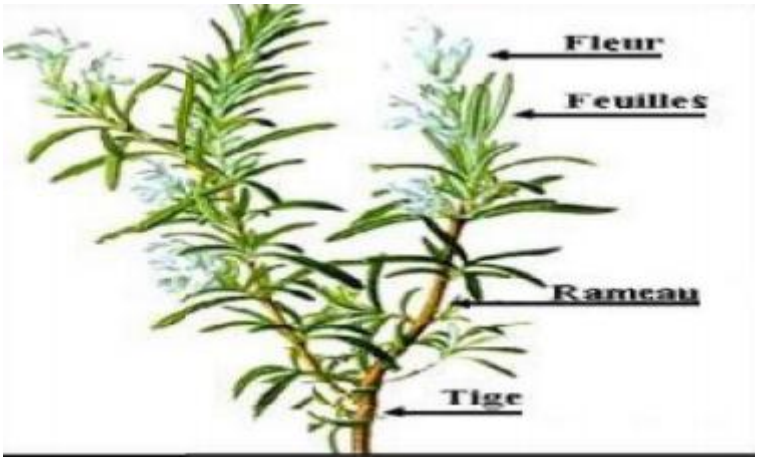


Fig N°48: Tige principale et rameau Feuillé à fleurs du romarin (Sanon, 1992)

II.5 Habitat de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L* :

II.5.1 Habitat de *Lavandula* :

Les pays sont de la couleur de la section majoritairement présente. Pour certaines sections dont la répartition est plus restreinte, une zone de couleur indique les principales zones de présence.

Jaune : Pterostoechas,

Bleu foncé : Lavandula et Stoechas,

Noire : Chaetostachys,

Bleu claire : Subnudae.

Vert : Dentatae, Rouge : Sabaudia

Orange : Hasikenses.

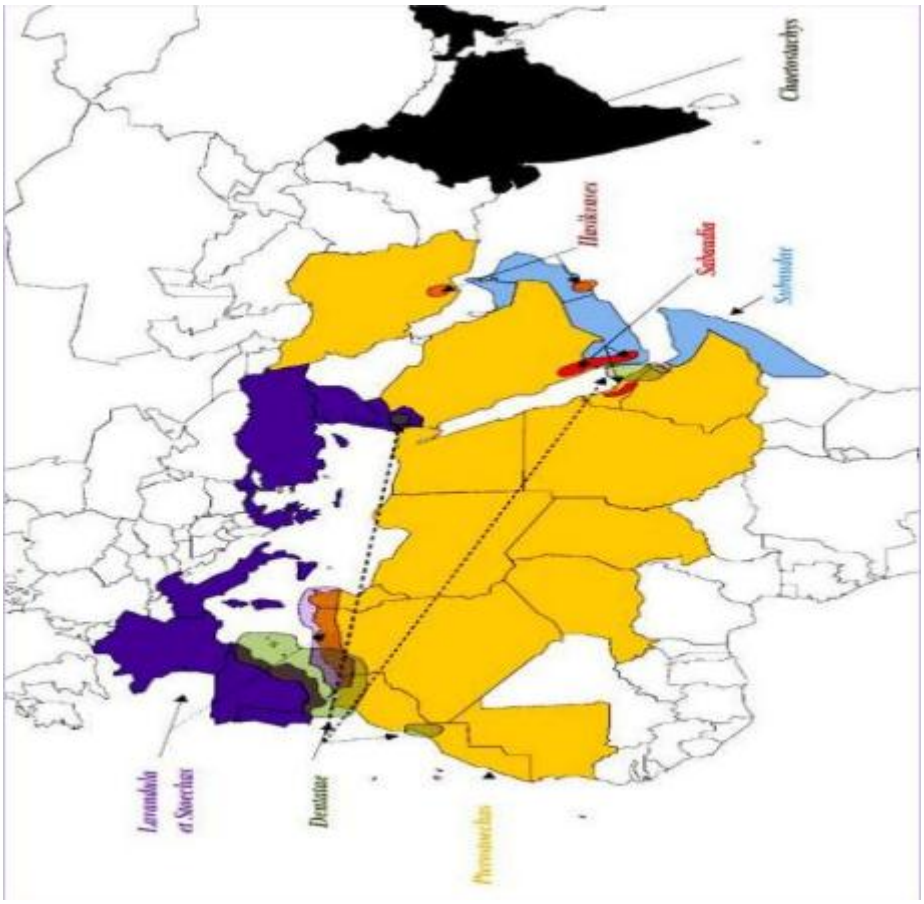


Fig N°49: Carte montrant l'aire de répartition des sections du genre Lavandula (Guitton, 2011).

Les deux seules exceptions à cette corrélation entre phytogéographie et aire de répartition sont *L. dentata* et *L. multifida* . Les deux doivent leur répartitions aux changements climatiques survenus au cours de l'histoire. En effet, la disposition actuelle de *L. dentata* démontre qu'elle devait être présente sur toute la largeur de l'Afrique du nord et jusqu'au sud de la péninsule arabique, suite au réchauffement et à la désertification du Sahara au cours de l'Holocène (Davis et Hedge 1971), cette espèce a du trouver refuge dans les zones de montagne avec, à l'Est : les chaines de montagne d'Ethiopie et de l'ouest de la péninsule arabique ou bien à l'Ouest : le Haut Atlas. Les zones de montagne étant alors des refuges au climat plus stable, ceci expliquerait que ces régions soient devenues des zones d'endémisme (Verlaque, Médail et al. 1997) de *L. dentata*. Pour *L. multifida*, l'explication de l'existence d'une disjonction en Egypte est également à rapprocher de la dessiccation du Sahara qui à suivi la dernière ère glaciaire (10 000 ans avant notre ère) au nord de la mer méditerranée.

D'après Baba Aissa (2011), *Lavandula dentata L.* est une espèce méditerranéenne

commune dans l'Atlas tellien occidental, originaire de sud-ouest de la méditerranée (Portugal, Espagne, Maroc).

En Algérie, elle est très commune dans le Tell et pousse sur les sols secs et siliceux. On la trouve sur les sommets arides, les pelouses et le maquis (Benabdelkader, 2012).

II.5.2 Habitat de *Rosmarinus officinalis L* :

Le romarin spontané qui pousse sur les côtes méditerranéennes, et le sud-ouest de l'Asie, est souvent cultivé dans les jardins comme clôture. On le trouve essentiellement dans les garrigues maquis non loin de la mer **(Zoubeidi.C ; 2004)**. En Algérie, le romarin est l'une des sept espèces végétales excédant 50.000 hectares sur le territoire national **(Zoubeidi.C ; 2004).**C'est une plante pérenne de type arbrisseau qui peut vivre plus de 20 ans (**Mathonnet.P.Y** ;2012).Mais en culture, il faut compter une douzaine d'années de vie **(Zoubeidi.C ; 2004).**L'aire géographique du romarin est spécifiquement méditerranéenne, il est répandu dans les pays européens, en France, en Espagne, au Portugal. De l'autre côté de Gibraltar on le retrouve au Maroc, en Tunisie et en Libye; mais qu'il est abondant, il devient rare et ne se manifeste que dans quelques stations isolées en Egypte, en Palestine, au Liban, à Chypre, il réapparait en Turquie, en Grèce et en Italie (**Helal.Y** ;2010)

II.6 Effet et usage de deux plantes *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L* :

II.6.1 Effet et usage de *Lavandula* :

- **Usage cosmétique** :

L'huile essentielle de la lavande est largement employée dans l'industrie du parfum (eaux de Cologne, savons, vernis, lotions pour la peau, démaquillants...) (Schauenberg et Paris, 2010). En parfumerie, la Lavande fixe et stabilise toutes les essences de fleurs entre elles pour éviter que le parfum ne vire, de plus, la Lavande fine est indispensable pour la tenue des parfums puisqu'elle sert de note de cœur, apparaissant entre deux et quatre heures après la pose du parfum (Schauenberg et Paris, 2010).

- **Usage thérapeutique :**

En Aromathérapie, c'est une panacée a elle toute seule, tant elle traite les maux les plus courants et les plus variés, même les plus incommodants (**Festy** et **Dupin** ; 2012). La lavande tonifie les nerfs, calme et fait dormir, elle résout aussi les crampes, combat les syncopes, est vivifiante, elle dirige dans de bonnes voies le sang qui monte à la tête, elle excite les activités métaboliques. Elle est précieuse, sous forme d'adjonction aux bains, dans la sciatique, la goutte et le rhumatisme (**Palikan ;** 2002).

- **Usage culinaire :**

La lavande aromatique n'est pas uniquement utilisée et cultivée a grande échelle pour la

fabrication de parfums et de cosmétique, elle peut aussi servir à aromatiser des sauces, des soupes, des poissons, de la viande hachée et des ragoûts, on lui prête en outre des propriétés antiseptiques, sédatives, antidépressives et antispasmodiques (**Kothe** ; 2007).

II.6.2 Effet et usage de *Rosmarinus officinalis L* :

1. **Phytothérapie :**

- **Voie externe** :

Pour les traitements externes (entorses, foulures, contusions, torticolis), on emploie les sommités infusées dans de l'alcool. L'extrait alcoolique lui–même agit sur les ulcères, les plaies, les dermatoses parasitaires. La décoction aqueuse s'utilise en gargarismes (angines) et en bains de bouche (aphtes) ou elle est ajoutée à des bains stimulants. L'huile essentielle de romarin soulage les troubles rhumatismaux et de la circulation Sanguine, soigne les blessures, soulage les maux de tête, améliore la mémoire et la concentration, fortifie les convalescents, combat les effets du stress et de la fatigue, traite l'inflammation des voies respiratoires et de la sphère ORL (**Bousbia.N** ;2011)

- **Voie interne :**

Le romarin est un stimulant, antispasmodique et cholagogue. On l'indique pour ses qualités stimulantes dans les dyspepsies atoniques, les fermentations intestinales, les asthénies, le surmenage, les états adynamiques des fièvres typhoïdes ou muqueuses, de la grippe. En sa qualité d'antispasmodique, il est bénéfique dans le catarrhe chronique des bronches, la coqueluche, les vomissements nerveux ; c'est un bon cholagogue utilisé dans les cholécystites chroniques, certaines ascites et cirrhoses, les ictères; c'est aussi un emménagogue (aménorrhée dysménorrhée) et un diurétique (hydropisies), un anti-VIH et anti-cancer (**Bousbia.N** ;2011).

2. **Parfumerie et cosmétique** :

Le romarin entre dans la composition de parfums surtout masculins, hespéridés aromatiques(eaux de Cologne), boisés et fougères aromatiques, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques (**Bousbia.N** ;2011).Grâce à la capacité de stimulation des terminaisons nerveuses cutanées, le romarin est employé comme tonique dans des bains moussants, et comme liniment pour muscles fatigués à une dose de 1 à 2%.Il a des propriétés dermo-purifiantes qui lui permette l'utilisation dans la préparation de déodorants. En lotion et shampooing, à une dose de 0.5 à 1%, l'extrait de romarin stimule le cuir chevelu (**Martini.M.C** ;2011)

3. **Industrie agro-alimentaire :**

Les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important et peuvent

être appliqués à la conservation des aliments et des huiles lipidiques, ces propriétés sont dues aux acides polyphénoliques (rosmarinique, caféique) **(Zoubeidi.C ; 2004).**

- **Alimentation :**

L'épice et l'huile de romarin sont largement utilisées en alimentation.L'épice est utilisée dans les aliments cuits, viande, condiment assaisonnement, les aliments industriels, casse-croûtes, sauces et autres, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0.41% (4.098 ppm) dans les aliments cuits. L'huile est utilisée dans les desserts glacés, confiseries, aliments cuits, gélatines et pouding, viande, condiments et assaisonnement, entre autres, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0,003%(26.2 ppm), en alimentation diététique et tisanes. Le romarin est utilisé en infusions, sous forme de poudres, extraits sec ou autres préparations galéniques pour usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac **(Zoubeidi.C ; 2004).**

4.Précautions :

L'huile de romarin augmente la pression sanguine. Eviter de l'utiliser si vous avez une pression artérielle élevée. Il peut être irritant pour la peau sensible. L'huile de romarin peut déclencher des crises d'épilepsie chez les personnes sensibles (**Wilson.R**;2002).

CHAPITRE II :

MATERIELS ET METHODES

CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

II.1 Matériel biologique :

II.1.1 Les criquets :

Nos essais ont porté sur des larves L5 de *Locusta migratoria* et *Schistocerca gregaria* provenant d'un élevage permanent maintenu au niveau de département de zoologie agricole et forestière de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach.

1 Elevage des criquets :

L'élevage des adultes de criquet pèlerin est réalisé dans une cage de forme parallélépipède et De dimension : 121 x 77 x 20 cm (fig N° 46). Avec quelques petits trous sur les côtés pour l'aération .elle munie deux vitres coulissantes pour faciliter le nettoyage , le renouvellement de la nourriture et la vérification des pondoirs , ces dernières se trouvent dans les ouvertures à la base de la cage ils sont remplis du sable stérilisé et humidifié pour que les femelles puissent déposes leurs oothèques**.** L'élevage est soumis à une température de 30 ±3°C et une humidité relative de 50 à 60%. Quant à l'alimentation, elle est à base de gazon, et un complément de son de blé .Les pondoirs contenant les pontes sont récupérés et remplacés par d'autres pondoirs. Ils 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. Ces pondoirs portent les indications nécessaires telles que la date de la ponte. Et ils sont mis dans des conditions appropriées pour l'incubation des œufs. Le contrôle de ces pondoirs se fait quotidiennement pour la vérification de l'humidité du sable et les éclosions des œufs, afin d'éviter le dessèchement des œufs et la mort des larves néonates. Ces dernières sont récupérées et mises dans deux cages réservées à l'élevage des larves de 1er, 2éme, 3éme et 4éme stades avec les dimensions : 50 x 34 x 35 cm, de forme parallélépipédique en bois, recouvertes d'un tulle moustiquaire à petites mailles, avec une fermeture .Quant aux larves de 5éme stade et les imagos, ils sont élevés dans une cage de la même forme et les mêmes dimensions que celle des adultes .Les conditions d'élevage de tous les stades larvaires et les imagos sont les mêmes que pour les adultes.

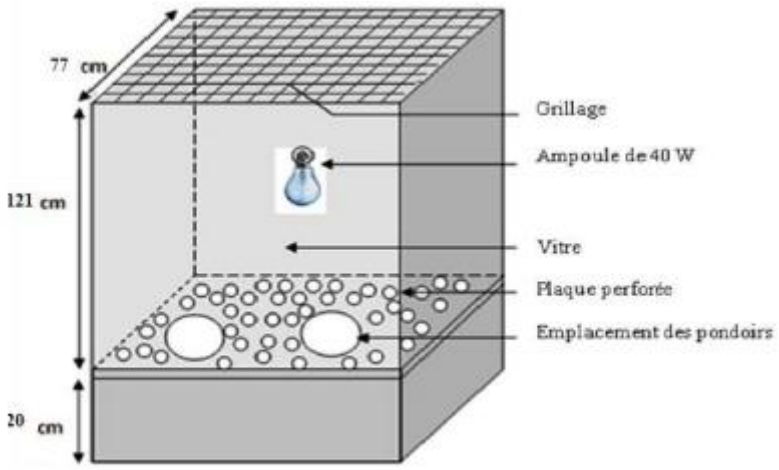


Fig N°50: cage d'élevage massif des criquets

2. Les extraits des deux plantes :

Selon la Pharmacopée européenne (2013), les extraits sont des préparations liquides (extraits fluides et teintures), de consistance semi-solide (extraits mous ou fermes) ou solide (extraits secs), obtenues à partir de drogues végétales ou de matières animales généralement à l'état sec. Les extraits titrés sont ajustés au moyen d'une substance inerte ou en mélangeant des lots d'extraits, avec une tolérance acceptable à une teneur donnée en constituants ayant une activité thérapeutique connue, les extraits quantifiés sont ajustés à une fourchette définie de constituants en mélangeant des lots d'extraits. Les autres extraits sont définis par leur procédé de production (état de la drogue végétale, solvant, conditions d'extraction) et leurs spécifications.

❖ **Préparation de la plante de romarin** :

L'extrait de la plante de romarin étudié est obtenu par la méthode à reflux dans l'eau distillée selon la procédure suivante : La plante de romarin fraichement récoltée, est lavée, est mise à sécher dans une étuve à température de 40 0C afin d'éliminer toute trace d'eau. La plante séchée est broyée pour obtenir une poudre homogène est très fine.

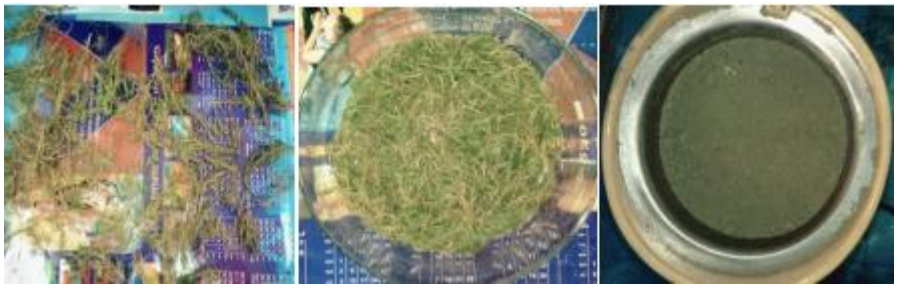


Fig N°51: Etapes de préparation de la plante de romarin.

❖ **Préparation de l'extrait de romarin :**

Plusieurs méthodes sont employées pour l'obtention de l'extrait de romarin, le procédé d'extraction utilisé dans ce travail est la méthode à reflux dans l'eau. Un mélange de 10 g de la poudre de romarin et 100 ml d'eau distillée dans une fiole qui est placée dans un chauffe ballon et l'ensemble est porté à l'ébullition pendant une heure. Sachant que ce système de chauffage contient :

1. Un réfrigérant à eau où se fait la condensation des vapeurs qui s'échappent du ballon.

2. Ballon et Chauffe ballon. L'échantillon est laissé macérer durant une nuit.

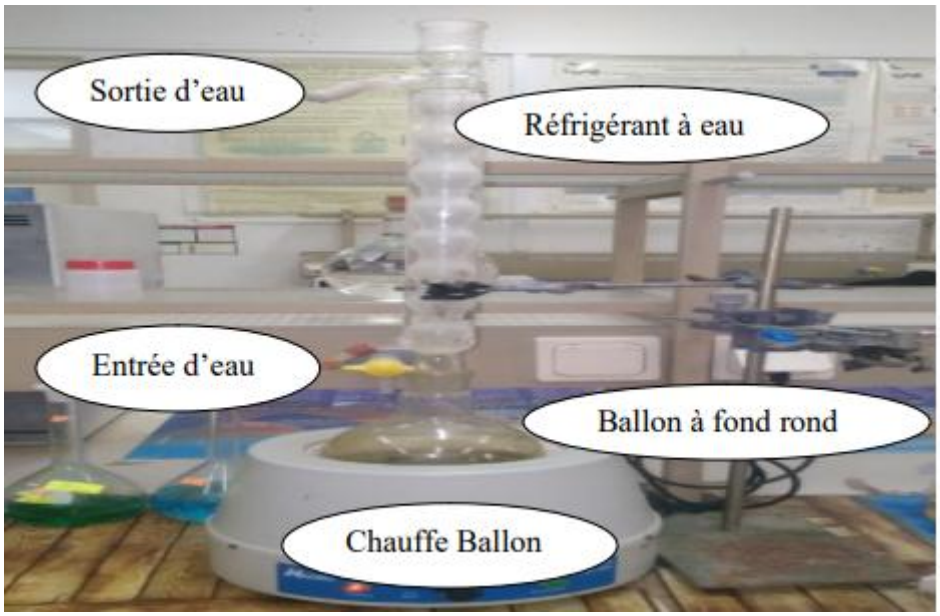


Fig N°52: Montage de chauffement à reflux dans l'eau.

❖ **Préparation de la plante du lavande :**

Le matériel végétal utilisé est constitué des feuilles, tiges et fleures de *lavandula* récoltées dans la région de Tibhirine dans la wilaya de Médéa. Le matériel végétal fraîchement collecté a été séché sur du papier à l'ombre, à température ambiante et dans un endroit sec à l'abri de l'humidité pendant quelques jours jusqu'au moment de préparation des extraits (Laouer et al., 2003).

Le matériel végétal est séché à l'ombre, à l'abri de l'humidité et à une température ambiante. Le séchage s'est étalé pendant15 jours en moyenne pour les différentes parties des plantes étudiées, puis conservées dans des sacs en papier jusqu'à leurs utilisations.

❖ **préparation des extraits de la lavande :**

Les feuilles, les tiges et les fleurs de la lavande ont été utilisées dans la préparation des extraits éthanoliques et méthanoliques par macération selon la méthode décrite par (Haddouchi et al ; 2014).

On a mis 10g des différentes parties étudiés (fleurs, feuilles et tiges) de *Lavandula* dans 100ml de solvant (éthanol et méthanol). Après avoir scellé le bécher avec de la Para-film pour éviter l'évaporation du solvant, nous avons mis l'ensemble plante + solvant sous agitation pendant 24 heures Après l'étape de l'agitation, nous avons filtré le solvant pour se débarrasser des solides, puis un séchage de cet extrait s'est révélé nécessaire pour mesurer le rendement de l'extrait obtenu. Une fois sec, la totalité de l'extrait a été transférer dans un tube à Eppendorf ou on a ajouté 2ml du solvant utilisé en extraction. Ensuite une série de dilutions (allant du ½ jusqu'à 1/1024 fois) a été réalisé pour chaque solution mère (fleur-éthanol, feuilles-éthanol, tiges-éthanol, fleur-méthanol, feuilles-méthanol, tiges-méthanol).

II.2 Matériel utilisé :

❖ **Matériel d'élevage :**

- Des cages ; des ampoules ; des bocaux ; thermomètre ; hygromètre ; des bouteilles coupées en deux (pondoirs) ; [des éponges, des chiffons, un pinceau, un balai, une pelle (pour l'entretien et le nettoyage)]; des résistances (pour garantir une température adéquate) ; du sable ; du tulle moustiquaire, élastique, des fermetures éclaires; quêteur, un seau (pour le ramassage du gazon) ; et une pissette (pour humidifier les pondoirs).

❖ **Matériel de laboratoire :**

- Des béchers ; bain Marie ; des éprouvettes graduées ; des Erlens Meyers ; agitateur magnétique ; une balance de précision ; ciseau ; réfrigérateur ; étuve ; scotch ; des fiole; compteur manuel; microtubes Eppindorf ; les embouts ; des seringues ; des boites et des bacs, tulle moustiquaire et les élastiques ; des sachets en plastique ; des entonnoirs ; papier filtre ; indélébile.

II.3 Matériel non biologique :

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

II.4 Méthodes :

1. Objectif de l'étude :

Ce travail a pour but d'évaluer les biomolécules et l'effet des extraits de *Lavandula* et *Rosmarinus officinalis L* sur les larves L5 du criquet migrateur.

II.4.1.Etude de l'effet des deux plantes sur la mortalité des larves L5 de *L. migratoria*

1. Protocole expérimental :

Pour réaliser cette étude, les insectes sont immédiatement isolés dès leur émergence dans des boites et des cages de traitement maintenus dans les mêmes conditions de température et d'humidité que l'élevage en masse des adultes et des larves. Au cours de notre expérimentation nous avons réalisé le traitement par contact qui consiste à la pulvérisation des extraits des deux plantes directement sur les insectes avec l'eau distillé comme témoin.

Concernant la quantité du produit pulvérisé, elle est de 10 ml pour chaque extrait. Concernant les doses, nous avons utilisé trois doses afin de calculer les DL50 (12,5% ; 50% et 100% pour chaque extrait).

Pour tester l'effet des deux extraits sur la mortalité des larves L5 de *L. migratoria*, et *Schistocerca gregaria* nous avons travaillé sur un total de 180 larves venant d'émerger. On a utilisé 3 doses de traitement avec un témoin (l'eau distillée). Pour chaque dose, nous avons fait 3 répétitions et chaque répétition comprend 10 larves.

Chaque jour on note le nombre des larves mortes pour les témoins et pour les traitées. La durée de cette étude est fixée jusqu'à la mue, la malformation ou la mort pour les témoins et les traités.

2. Calcul du pourcentage de mortalité :

Le pourcentage de mortalité observée chez les larves L5 témoins et traitées aux extraits des deux plantes est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Mortalité observée} = \frac{\text{Nombre d'individus morts}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

3. Calcul des DL50

Avant de calculer les DL50, le pourcentage de mortalité observée est corrigé par rapport au témoin selon la formule d'ABBOT (1925).

$$\mathbf{MC\% = \frac{M2 - M1}{100 - M1} \times 100}$$

M1 : Pourcentage de mortalité chez les témoins.

M2 : Pourcentage de mortalité chez les traitées.

MC% : Pourcentage de mortalité corrigée.

Pour calculer les DL50 (dose nécessaire pour tuer la moitié d'une population) pour chaque dose de chaque extrait, on a transformé les doses en logarithmes décimaux et les valeurs de pourcentages de mortalité en probits en se servant de la table de Bliss in Cavelier (1976). Ceci nous permet d'obtenir des équations de droites de régression de type :

$$Y=ax+b$$

Y : Probit de mortalité corrigée

X : Logarithme décimal de la dose

A : La pente

A partir de ces équations, on a pu déterminer les DL50 pour les larves L5 de *L. migratoria* pour chaque produit utilisé soit par contact ou par ingestion, sachant que le probit de 50% est égal à 5.

II.4.2.La phytochimie

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

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

Tableau N°07 : Les étapes du screening chimiques

Les métabolites	Mode opératoire
Les alcaloïdes	Introduire 1g de poudre végétale dans un tube à essai, ajouter 10ml d'acide sulfurique (10%). Agiter énergiquement pendant 2mn et filtrer, ajouter 2 gouttes du réactif de Dragendorff L'apparition d'un précipité rouge orangé après 24 heures indique la présence des alcaloïdes.

Les polyphénols Les flavonoïdes : Les tanins	Les tests sur les flavonoïdes et les tanins sont réalisés sur l'infusé qui a été préparé comme suit : Mettre à infuser 5g de poudre végétale dans 50ml d'eau distillé bouillante, pendant 15mn puis filtrer. Rincer le résidu avec un peu d'eau distillée chaude pour obtenir 50 ml de filtrat. A 5ml de l'infusé ajouter 5ml de HCL et quelques petits fragments de tournure de MG, puis 1ml d'éthanol. L'apparition d'une coloration rouge orangé indique la présence des flavonoïdes. A 5ml de l'infusé, ajouter goutte à goutte 1 ml de FeCl3 (1%) Deux cas se présentent**:** apparition d'une coloration verdâtre : tanins catéchiques. apparition d'une coloration bleue noirâtre : tanins galliques.
Les glucosides	Mettre 2gouttes d'Acide sulfurique concentré sur une masse de poudre végétale. En présence de l'acide sulfurique la masse se colore en rouge brique, puis en violet.
Le mucilage	Introduire dans un tube à essai 1 ml de l'infusé, et ajouter 5 ml d'éthanol. Apparition d'un précipité floconneux.
Les saponosides	Introduire 5ml de l'infusé dans un tube a essaie et agiter pendant 10 minutes Apparition d'une couche de mousse.

II.4.3 Extraction :

1. La macération :

Cette technique désigne la préparation la solution en plaçant la matière végétale avec la totalité du liquide d'extraction dans un récipient fermé, et en le laissant reposer pendant 7 jours, en le secouant de temps à autre. le contenu est alors filtré avant de presser le marc, l'extrait liquides ainsi obtenu sont mélangés, la préparation est clarifiée par précipitation ou

filtration, dans la méthode traditionnelle, la précipitation suivie de décantation est plus courante, Grâce à ces techniques, les principes actifs hydrosolubles sont extraits, une filtration sera nécessaire avant la consommation (Bertrand, 2010).

2.L'infusion :

L'infusion est la façon la plus simple d'accommoder les feuilles et les fleurs pour obtenir des remèdes ou des boissons fortifiantes ou calmantes, on la prépare exactement comme le thé, à partir d'une seule plante ou d'un mélange de plusieurs, et on la boit chaude ou froide, elle consiste à verser de l'eau chaude ou bouillante sur les plantes sèches, le temps d'infusion est variable selon les plantes (Nogaret-Ehrhart, 2003).

3.La décoction :

Pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges et des baies, il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergique qu'aux feuilles ou aux fleurs, une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux, on peut la consommer chaude ou froide (Potel, 2002). 3.4. Analyse statistique

III.4. Analyse statistique

Pour donner une signification statistique aux résultats trouvés à travers les différents paramètres étudiés, le traitement des données est effectué à l'aide du logiciel XL. STAT version 6.0 - ANOVA-, dont on a utilisé l'analyse de la variance à intervalle de confiance de 95%.

CONCLUSION

Les méthodes alternatives de lutte antiacridienne ont reçu une grande attention ces dernières années, car de nombreux composés naturels, y compris des extraits de plantes, ont été évalués comme alternatives aux pesticides chimiques de synthèse, et des études sont toujours en cours pour évaluer ces alternatives. Cette étude passe en revue les résultats de la biochimie dans des conditions de laboratoire d'extraits de plantes de la lavande et de romarin sur des criquets pèlerins et des criquets migrateurs. Les extraits de plantes ont été préparés en utilisant de l'eau distillée et de l'alcool éthylique comme solvants, puis ces extraits ont été testés en tant que pesticides de contact et toxines infectieuses, et les informations ont été enregistrées sur le taux exact de décès et le moment de la mort comme indicateurs d'efficacité. En raison de la maladie Covid-19, nous n'avons pas terminé l'examen des résultats, en raison de la fermeture du laboratoire.

Références bibliographiques

- **ALLAL-BENFEKIH L.,**2006- Recherches quantitatives sur le criquet migrateur Locusta migratoria (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Discipline / Spécialité : biologie-sciences-sante / ecologie, Institut National Agronomique d'El Harrach.140p
- **ANONYME,** 2007a- Criquets ravageurs Locusta migratoria (Linné, 1758) (Disponible sur http://locust.cirad.fr).
- **ANONYME,** 2007b- Le criquet migrateur, un grand ravageur (Disponible sur http://locust.cirad.fr).
- **ATHAMENA.S** ; 2009. « Etude quantitative des flavonoïdes des graines de Cuminum cyminum et les feuilles de Rosmarinus officinalis et l'évaluation de l'activité biologique »; mémoire de magistère ; université d'El hadj Lakhdar de Batna ;
- **AMROUN C, DJEDJIGA H.,**2015/2016- Activité biologique du champignon entomopathogène Metarhizium anisopliae var acridum et de la plante toxique Calotropis procera vis-à-vis des imagos de Schistocerca gregaria (Forskal, 1775) et de Locusta migratoria (Linné, 1758). Spécialité : Protection des plantes cultivées,

- **BAJAJ.Y.P.S**; 1997 « Medicinal and Aromatic Plants X; Edition Springer»; pp352.
- **BOTINEAU.M** ; 2010 « Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs »; Edition Lavoisier; pp1025-1026,1028.
- **BOUSBIA.N** ; 2011 « Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires » ; thèse de doctorat ; université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- **BERKANE.A ,(** 2014/2015), La détermination des propriétés thermodynamiques d'huile essentielle de *Rosmarinus Officinalis L*. Département des sciences de la matière, Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana.35p
- **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.
- **DINEDANE.H,MESSOUAF.Z.H,** Evaluation De L'activite Antibacterienne De L'huile De Lavande Sur Des Souches D'origine Hospitaliere.Département de science de la nature et de la vie, centre universitaire belhadj bouchaib d'aïn-temouchent.42p.
- **ELOUTASSI.N** ; 2004 « Elaboration de procèdes Biotechnologiques pour la valorisation Du romarin (rosmarinus officinalis) marocain » ; thèse de doctorat, université de Sidi Mohamed Ben Abdellah ; Fès .
- **FARGUES J. et GOETTEL M.,** 1996- Environmental constraints of mycopesticides ; a challenge. Bull OILB srop, 19(8).
- **FUINEL.G** ; 2003(2002) « Plantes de vie. Du corps et de l'esprit ; Edition Fernand Lanore »; pp32-34.
- **FROUHAT.Z** et **LAHCINI.B** ; 2013 « Lutte biologique par l'huile essentielle de Rosmarinus officinalis ; mémoire de master académique » ; université de Kasdi Merbah de Ourgla.
- **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. pp. 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.
- **HELAL.Y** ; 2010 « Etude et biomasse du Romarin (Rosmarinus officinalis l.) dans le massif des Beni-Imloul-Aures-Algerie » ; université de la foresterie ; Sofia.

- **KOOYMAN C., AMMATI M., MOUMENE K., CHAOUCH A**. et **ZEYD A**., 2005- Essai de green muscle sur des nymphes du criquet pèlerin dans la wilaya d"El oued, nord-est Algérie avril-mai 2005, FAO TAC 715. 21p.
- **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.
- **LECOQ M**., 1991- Le Criquet pèlerin : enseignements de la dernière invasion et perspectives offertes par la biomodélisation. La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 71-98.
- **LUONG-SKORMAND M.H., RACHADI T.** et **LECOQ M**., 1999- La lutte contre les criquets ravageurs : l'intérêt des mycopesticides. Ed. Cirad-AmisProgramme Protection des cultures, n°19, Paris, : 49-52. (Disponible sur http://www.inra.fr/dpenv/do.htm#d19).
- **LECOQ M**.,2004- Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin.Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement(Cirad), Prifas-Acridologie opérationnelle,TA40/D, 34398Mont pelliercedex5, France <lecoq@cirad.fr.
- **LECOQ M.**, 2012. Bioécologie du criquet pèlerin. FAO-CLCPRO (Commission de lutte contre le Criquet pèlerin en région occidentale), Alger. 217 p
- **LAMRI H.,**2014/2015- Efficacité entomopathogène du Bacillus subtilis et du Bacillus thuringiensis sur quelques paramètres de, Acrididae). Département des sciences de la nature et de la vie, Option : Biologie appliquée, Université Mohamed Khider – Biskra.58p.
- **MARTINI.M.C** ; 2011 « Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie » ; Edition Lavoisier; pp 358.
- **MATHONNET.P.Y** ; 2012 « Romarin bio Produire du romarin en AB » ; référent technique régional en PPAM bio Chambre d'Agriculture de la Drôme.
- **MEDANE A.,**2012/2013- Etude bioécologique et régime alimentaire des principales espèces d'Orthoptères de la région d'Ouled Mimoun (Wilaya de Tlemcen). Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers Département de Ecologie et Environnement, UNIVERSITE de TLEMCEN.112p
- **MELLOUK.A** ,(2016-2017),Contribution à l'étude de l'effet antioxydant de l'extrait éthanoliques et méthanoliques de deux lavandes locales (*Lavandula multifida L*.et *Lavandula dentata L*).Département d'Agronomie, Faculté des Sciences de la Nature et

de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. UNIVERSITE de TLEMCEN.46p

- **MAKHLOUFI .A** ; « Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux plantes médicinales poussant a l'état spontané dans la région de Bechar (matricaria pubescens (des f.) Et *Rosmarinus officinalis l*) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru » ; thèse de doctorat ; université d'Aboubaker belkaid.
- **OUTTAR F.,** 2006- Effet de deux entomopathogènes, Beauveria bassiana Bals. et Metarhizium anisopliae var acridum Metch. (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur l'état embryonnaire du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae). Protection des végétaux – zoophytiatrie, ecole nationale superieure agronomique el harrach .95p
- **OUTTAR F.,**2009-Utilisation de quelques biopesticides sur le criquet migrateur Locusta migratoria (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae). Protection des végétaux – zoophytiatrie, ecole nationale superieure agronomique el harrach – alger.186p
- **POPOV G.B., DURANTON J. F.** et **GIGAULT** J ; 1991 - Etude écologique des biotopes du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskal, 1775) en Afrique du Nord Occidentale. Ed. Cirad/ Prifas, Minist. Coop. Dév. ONU, Cent. Coop. Inter. Rech. Agro. Dév., 743 p.
- **RACHADI T**., 1991- Précis de lutte anti-acridienne : la pulvérisation des pesticides. Min. Coop. Dev., Ed. CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 312 pp
- **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.
- **RAMEAU. J.C** et **DUME.G** ; 2008; « Flore forestière française: Région méditerranéenne » ; Edition Forêt privée française; pp 897.
- **SCHERER R.,** 1998- Aide d"urgence 1998: Évaluation d"activités de lutte anti-acridienne. Projet Lutte anti-acridienne en Afrique 93.2121.7 Mission du 26.01 au 03.04.1998. Coopération technique : République fédérale d"Allemagne – République de Madagascar. (Disponible sur http://ispilit.cirad.fr/text/SchererB98b.htm).
- **SYMMONS** et **CRESSMAN**, 2001 – Directives sur le criquet pèlerin : Le criquet pèlerin, biologie et comportement. Ed. Food Alimentation Organisation (F.A.O.), Rome, 43 p.
- **THIAM A., DIOUF H.R., KUISEUAL J., SARR A., THIAM M**., 2004 - Pesticides et Alternatives. Lutte antiacridienne : Guérir c"est bien, mais prévenir c"est mieux. N° 23. Ed. Pesticide Action Network (PAN) Africa, Dakar, n°23, 23p.

- **WILSON.R**; 2002 « Aromatherapy: Essential Oils for Vibrant Health and Beauty»; Edition Penguin; pp 116.
- **ZOUBEIDI.C** ; 2004 « Etude des antioxydants dans le Rosmarinus officinalis .Labiatea »; thèse de magistère ; université de Ouargla .
- **ZAHALAKA.J.P, (2009**). Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation. Édition Douphin. 125p.
- **ZEGHAD.N** ; 2009 « Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne » ; thèse de magistère, université de Mentouri ; Constantine.
- **ZERMANE.A**; 2010 « Etude de l'extraction supercritique Application aux systèmes agroalimentaires »; thèse de doctorat, université de Mentouri ; Constantine.