

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Ghardaia
Faculty of Natural, Life and Earth sciences
Department of Agronomic Sciences

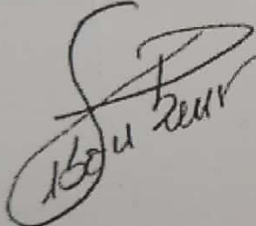
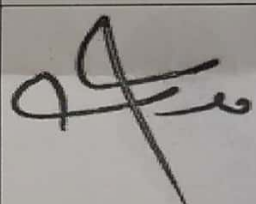


وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة غرداية
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
قسم العلوم الفلاحية

Ghardaïa le :20/09/2024

Rapport : Correction du mémoire

Enseignant (e) Chargé (e) de la correction : Mr/M^{me}/M^{lle}

Nom et prénom l'examineur	Nom et prénom du président
Dr. SIBOUKEUR Abdellah	Dr. MEBARKI Mohammed Tahar
Signature	Signature
	

Thème :

Enquête sur les biotopes de grégation et de multiplication du Criquet pèlerin dans le plateau de Tademaït en Algérie

Après les corrections apportées au mémoire, L'étudiant :

01-Chikhi RIHAB

02-Hamel Hasna

Est autorisé à déposer le manuscrit au niveau du département.



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique
Université de Ghardaïa
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences
de la terre
Département des sciences agronomiques



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en sciences
agronomiques

Spécialité : protection des végétaux

Thème

Enquête sur les biotopes de grégarisation et de multiplication du Criquet pèlerin dans le plateau de Tademaït en Algérie

Réalisé par :

CHIKHI RIHAB

HAMEL Hasna

Soutenu devant le jury composé de / Evalué par :

Nom et prénom	Grade	Qualité	Etablissement
Dr. MEBARKI Mohamed	MCB	Président	U. Ghardaia
Dr. SIBOUKEUR Abdellah	MCA	Examineur	U. Ghardaia
Pr BENRIMA Atika	Pr.	Encadreur	U. Ghardaia
Mme ABDALLAH Karima	Doctorante	Co-encadreur	U. Ghardaia

Année universitaire 2023/2024

Dédicaces

*Au terme de ce travail, je tiens à dédier ce modeste travail tout
particulièrement :*

*À ma mère, source de courage et d'inspiration qui a tant sacrifié pour
arriver à ce jour.*

*A mon père bien-aimé, professeur à l'Université de Ghardaïa, qui m'a
soutenu tout au long de mon travail.*

À mon frère Wahid et Adem.

À ma sœur Hadjer.

*À tous mes amis, en particulier mon amie Mariam, ainsi qu'à mon
prof et amie Butina.*

الإهداء

بكل الحب والتقدير، أهدي هذا العمل إلى كل من ساهم في وصولي إلى هذه المرحلة من حياتي.

إلى والديّ العزيزين، اللذين كانا ولا يزالان مصدر دعمي وإلهامي. إلى والدي الحبيب، الذي غرس فيّ قيمة العلم والتعلم منذ نعومة أظفاري، والذي كان مثلاً لي في الاجتهاد والمثابرة. إلى والدتي الغالية، التي لم تبخل عليّ بحنانها ورعايتها، والتي كانت دائماً تزرع فيّ الثقة والأمل، شكراً لكم على كل لحظة دعم وتشجيع، وشكراً على تضحياتكم الكبيرة التي لا تقدر بثمن.

إلى إخوتي وأخواتي خاصة يمينه صافية ومريم الغاليات، لقد كنتن دائماً مصدر قوتي وإلهامي. وكنتن دائماً تساندونني في كل خطوة، وتقفون بجاني في كل نجاح وإخفاق. شكراً لكم على دعمكم اللامتناهي، وعلى تشجيعكم الدائم الذي كان يحفزني على المضي قدماً.

إلى أختي العزيزة مريم لقد كنت دائماً النور الذي يضيء دربي في كل لحظة، والسند الذي أستند عليه في أوقات الشدة والفرح. كلمات الشكر لا تكفي للتعبير عن امتناني لكل ما فعلته من أجلي. حضورك الدائم بجاني كان أكبر نعمة من الله .

إلى صديقاتي العزيزات ياسمين، نصيرة، روبا، صابرين، فضية الذين شاركوا معي لحظات الفرح والحزن، والذين كانوا دائماً عوناً لي في الأوقات الصعبة. كنتم شركاء في كل خطوة من هذه الرحلة، وشكراً لكم على كل كلمة تشجيع وكل لحظة دعم.

إلى أساتذتي الأفاضل، الذين لم يبخلوا عليّ بعلمهم وخبراتهم. شكراً لكم على توجيهاتكم السديدة، وعلى دعمكم المستمر. لقد كنتم ولا زلتم نجوماً تهتدي بها في مسيرتي العلمية والمهنية.

إلى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل، سواء كان ذلك بالدعم المعنوي أو المادي، أو حتى بكلمة تشجيع، شكراً لكم جميعاً. لا يمكنني أن أوفيكم حقكم من الشكر والتقدير، ولكن يكفيني أن أقول إن هذا الإنجاز هو ثمرة جهودكم ودعمكم.

وإلى روح الجد والاجتهاد التي كانت ترافقني طوال هذه السنوات، أهدي هذا العمل، مع أمنياتي بأن يكون خطوة نحو مستقبل مشرق ومليء بالإنجازات.

Remerciements

Tout d'abord, nous exprimons notre gratitude envers Dieu Tout-Puissant pour nous avoir accordé le courage, la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail modeste.

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à Mme GUENDOUZ-BENRIMA A., Professeur à l'Université de Ghardaïa, dont la volonté et le soutien ont été d'une aide précieuse pour la réalisation de notre projet.

Nous tenons également à exprimer notre profonde reconnaissance envers Dr MEBARKI Mohamed, Professeur à l'Université de Ghardaïa, pour avoir accepté de présider le jury de cette mémoire, ce qui est un grand honneur pour nous.

Nos remerciements vont également à Dr SIBOUKEUR Abdellah, Professeur à l'Université de Ghardaïa, qui a gentiment accepté de faire partie du jury et d'évaluer notre travail avec diligence.

Nous exprimons également notre gratitude envers Dr LAZAR Mohamed Directeur de la Division Criquet à l'INPV (El-Harrach, Algérie), pour nous avoir accueillis au sein de sa division de recherche et pour avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous tenons également à remercier chaleureusement Dr BELLATRACHE MOHAMED, Chef des Services Contrôle et Suivi Technique, pour son précieux soutien qui a grandement contribué à la réussite de notre projet.

J'adresse également mes remerciements à Monsieur ARABI Abdelmalek

*Ingénieur principal Station régionale de la protection des végétaux d'Adrar (INPV) et
Monsieur Mahjoubi Djillali , professeur à l'Université d'Adrar, grâce auxquels nous avons pu
nous accueillir et leur fournir toutes les informations dont nous avons besoin.*

*J'adresse également mes remerciements à Mme le professeur DOUMANDJI-
MITICHE B, professeur à l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'El Harrach, pour nous avoir
aidés à collecter des informations*

Liste des tableaux

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles et annuelles (en °C) enregistrées dans la Région de Timimoune et Adrar durant la période [2014-2023] (INPV, 2023).....	34
Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Timimoune et Adrar durant la période 2014-2023	35
Tableau 3 : Inventaire des espèces végétales inventoriées au niveau du Plateau de Tademaït au Sud de l'Algérie.....	57

Liste des figures

Figure 1: Adulte de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775)	19
Figure 2: Cycle biologique du Criquet pèlerin.....	20
Figure 3: La ponte chez le femelle du Criquet pèlerin	21
Figure 4: Limites des aires d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin dans le monde	25
Figure 5 : Limites des aires d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin, et localisation des aires grégarigènes	26
Figure 6: Carte de géomorphologie du plateau de Tademaït	34
Figure7 : Diagramme ombrothermique de la région de Timimoune et Adrar	35
Figure 8 : Climagramme d'Emberger des régions d'étude	36
Figure9 : Les outils utilisés	37
Figure10 : Oued Yahia ou Brahim Adrar.....	40
Figure11 : Ferme d'orge à Oukrut Timimoune 30ha.....	41

Figure12 : Ferme de blé dur et tendre à Oukrut Timimoune 30ha.....	41
Figure13 : Oued 70 Amqiden Timimoune.....	42
Figure14 : Ain Bilbal Adrar.....	42
Figure15 : L'investisseur Amis Algérie à Amqiden Timimoun	43
Figure16 : Diviser la zone en carrés de 100m.....	43
Figure 17:Méthode de prospection	48
Figure 18: Fiche standard de prospection	49
Figure 19: Schéma d'acheminement en utilisant eLocust3.....	50
Figure 20: Versions d'eLocust.....	51
Figure 21:Tablet eLocust 11 pouces Panasonic ToughPad FZ-A1.....	
Figure 22: kit Elocust.....	
Figure 23: La structure de RAMSES	Erreur ! Signet non défini.

Liste des d'abréviations

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

Elocust 3 : Appareil électronique de transmission.

EMPRES : Système de prévention et de réponse rapide contre les ravageurs et maladies transfrontières des animaux et des plantes.

GPS : Global Positioning System.

INPV : Institut National de Protection des Végétaux.

RAMSES: Reconnaissance and management system of the environnement of Schistocerca.

SIG : Système d'Information Géographique.

CLCPRO : Commission de Lutte Contre le Criquet pèlerin dans la région Occidentale.

DLIS: servies d'information sur le criquet pèlerin.

SPOT-VGT: Satellite évaluation de la végétation.

Sommaire

<i>Remerciements</i>	4
Liste des tableaux	6
Liste des figures	6
Liste des d'abréviations	8
Sommaire	9
Résumé	12
Introduction	15
CHAPITRE I : Recherche bibliographique.....	18
1. Position systématique du Criquet pèlerin.....	18
2. Morphologie du Criquet pèlerin.....	19
3. Cycle biologique du Criquet pèlerin	20
.4 Ecologie du Criquet pèlerin.....	24
5. Polymorphisme phasaire chez le Criquet pèlerin.....	24
6. Air de répartition de criquet pèlerin	25
6.1. Air de rémission.....	25
6.2. Air des grégarigènes	26
7. Dégâts du Criquet pèlerin et impacte économique.....	27
8. Les moyennes de lutte contre le criquet pèlerin	27

8.1. Lutte préventive.....	27
8.2. Lutte mécanique	28
8.3. Lutte écologique.....	28
8.4. Lutte chimique.....	29
8.5. Lutte biologique	29
Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail	33
1. Présentation de la région d'étude	33
.1.1 Situation géographique	33
Faune et flore de la région d'étude.....	37
2. Matériel utilisé sur terrain	38
.3 Méthodologie du travail	40
3.1. Choix des stations d'études :	40
3.2. Méthode d'analyse pour la description des biotopes acridiens	46
3.3. Méthode d'étude de l'archive antiacridien de l'INPV d'El-Harrach	46
Chapitre 3 : Résultats et discussion.....	56
1. Résultats des relevés acridiens et floristiques	56
3.1. Activité acridienne en 2023.....	56
3.2. Description, par la végétation des biotopes acridiens	56
3.2.1. Inventaire des espèces végétales.....	57
1. Résultats de l'enquête antiacridienne de l'INPV	60
1.1 Les conditions éco-climatique au niveau des biotopes acridiens	60

Conclusion.....	71
Références bibliographiques	74

Résumé

Notre étude s'est basée dans une première étape sur des sorties sur terrain en hiver 2023 au niveau des biotopes acridiens du plateau de Tademaït en Algérie. Dans une deuxième partie, nous avons exploité l'archive de l'INPV qui regroupe les données acridiennes et floristique du Sahara algérien durant l'année 2022. Les données des prospecteurs de l'INPV et des outils modernes pour le contrôle des acridiens, sont disponibles au niveau du siège de l'INPV d'El Harrach tels que le GPS (Global Positionning System), le système d'information géographique (RAMSES), les appareils de transmission satellitaire des informations acridiennes (Elocust 3).

Des cartes de répartitions du criquet pèlerin ont été dressées, Il en ressort que les individus du Criquet pèlerin à l'état solitaire (ou faiblement *transiens*) sont majoritairement répartis dans la zone désertique (plateaux de Tademaït). Deux reproductions sont possibles ; une au printemps au Sahara central qui est plus abondante et une deuxième en automne au niveau de la partie méridionale du plateau, Cette répartition est dépendante de la quantité de pluies tombées, la période des pluies et aussi la végétation qui s'installe dépendamment du régime pluviométrique

Mots clés : Criquet pèlerin, cartographie, biogéographie, plateau de Tademaït.

Abstract

Our study was based in a first step on field trips in winter 2023 at the level of locust biotopes of the Tademaït plateau in Algeria. In a second part, we have exploited the archive of the INPV which gathers the locust and floristic data of the Algerian Sahara during the year 2022e (Global Positioning System), Geographic Information System (RAMSES), Locust Information Satellite Transmission Devices (Elocust 3).

Locust surveys were also carried out in autumn and winter at the Tademaït plateau. Distribution maps of the desert locust have been drawn up, It appears that the individuals of Desert Locust in the solitary (or weakly transient) state are mainly distributed in the desert area. Two reproductions are possible; one in spring in the central Sahara which is more abundant and a second in autumn at the southern part of the plateau,

Keywords: Desert locust, mapping, distribution, Tademaït plateau

ملخص

استندت دراستنا في الخطوة الأولى إلى الرحلات الميدانية في شتاء 2023 على مستوى النباتات الحيوية للجراد في هضبة تاديمايت والذي يجمع بيانات الجراد والنباتات للصحراء الجزائرية خلال عام INPV 2022 في الجزائر. في الجزء الثاني، استغلنا أرشيف النظام العالمي لتحديد المواقع، ونظام المعلومات الجغرافية (رسمي)، وأجهزة إرسال الأقمار الصناعية لمعلومات الجراد (Elocust 3).

كما أجريت عمليات مسح للجراد في الخريف والشتاء في هضبة تاديمايت. تم وضع خرائط توزيع الجراد الصحراوي، ويبدو أن أفراد الجراد الصحراوي في الحالة الانفرادية (أو العابرة بشكل ضعيف) موزعون بشكل أساسي في المنطقة الصحراوية. ويمكن استنساخ نسختين؛ واحدة في الربيع في الصحراء الوسطى وهي أكثر وفرة والثانية في الخريف في الجزء الجنوبي من الهضبة، الكلمات الرئيسية: الجراد الصحراوي، رسم الخرائط، التوزيع، هضبة تاديمايت

Introduction

Le Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (**Forskål**, 1775), est un insecte redouté en raison des dommages qu'il peut causer aux cultures agricoles et des perturbations socio-économiques qui en découlent (**BRADER** et *al.*, 2006). Cette espèce se distingue par sa grande mobilité, sa capacité à envahir de vastes zones, sa voracité et sa capacité à se nourrir d'une grande variété de plantes. Il est considéré comme le criquet ayant l'impact économique le plus important (**POPOV** et *al.*, 1991). Les régions touchées par ses ravages s'étendent des pays arides et semi-arides de la côte ouest de l'Afrique à l'Inde. Pendant les périodes d'invasion, les essaims de criquet pèlerin peuvent recouvrir plus de 29 millions de kilomètres carrés, représentant plus de 20% des terres émergées (**LECOQ**, 1991).

L'Algérie a été fréquemment envahie par le Criquet pèlerin, en raison de sa situation géographique et de la présence d'une vaste étendue désertique couvrant tout son Sahara. Les invasions les plus importantes du Criquet pèlerin en Algérie ont eu lieu de 1987 à 1989 et de 2004 à 2005. Pour l'invasion de 2004/2005, une superficie de 4 500 000 hectares a été traitée, nécessitant une mobilisation financière d'environ 30 milliards de dinars (120 millions de dollars) pour combattre les essaims et les larves. Les ressources matérielles et financières mobilisées ont permis de protéger une production agricole évaluée à 3 milliards de dollars US lors de cette campagne (**INPV** 2000 ; **LAZAR** ; 2005).

L'Algérie occupe une position centrale dans l'aire grégarigène occidentale. En période d'invasions, les essaims y transitent et s'y reproduisent durant les périodes hiverno-printanières et rejoignent, au début de l'été, la zone de reproduction estivale des pays du Sahel.

Lorsque les conditions bio-écologiques sont favorables, l'Algérie constitue une zone de reproduction aussi bien pour les populations autochtones du Criquet pèlerin que pour les populations allochtones. Ces dernières proviennent principalement :

- des pays sahéliens (Niger, Mali) et Tchad, en fin de période de reproduction estivale,
- des contrées occidentales (Mauritanie et ex-Sahara espagnol en période de reproduction automno-hivernale ou hiverno-printanière).

Introduction

A la fin des reproductions hiverno-printanières, les populations qui échappent aux traitements peuvent envahir, à leur tour les pays du Sahel (Mali, Niger et Tchad, entre autres) (**CHARA**, 1998).

L'aire de rémission du Criquet pèlerin couvre pratiquement tout le Sahara algérien (plus de deux millions de km² soit 1/8 de l'aire d'habitat de l'espèce).

Chaque année, de gros efforts sont consenti par l'Algérie pour la surveillance et la lutte contre les acridiens. La lutte anti-acridienne est prise en charge, depuis 1975, par le département d'Intervention et Coordination (D.I.C) de l'Institut National de Protection des végétaux (I.N.P.V.) qui assure :

- la surveillance du territoire et la signalisation des manifestations acridiennes,
- la lutte proprement dite, dont le déclenchement est consécutif à la présence de criquets, mais qui nécessite la mise en œuvre de stratégies de lutte proportionnées à la situation acridienne.

La surveillance permet de détecter les manifestations acridiennes à l'intérieur du pays. Elle prend en compte les signalisations dans les pays et territoires voisins, servant de points de départ aux populations acridiennes. Elle suit l'évolution qualitative et quantitative de la situation acridienne pour dégager une stratégie d'intervention globale et évolutive.

L'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) est chargé de la surveillance. Pour prévenir de futures invasions, l'un de ses principaux objectifs est d'améliorer la lutte préventive en utilisant de nouvelles technologies développées par des experts de la **FAO** dans le cadre du programme EMPRES, notamment le système d'information géographique (SIG), les appareils de transmission par satellite (Elocust 3) et le GPS.

Ce mémoire de Master 02 en protection des végétaux vise principalement à étudier les facteurs écologiques limitant la présence du Criquet pèlerin au Sahara algérien et principalement au niveau du plateau de Tademaït, à cartographier la dynamique de sa population et à analyser la situation acridienne tout au long de l'année 2022.

Le premier chapitre de ce travail est une étude bibliographique sur le Criquet pèlerin, mettant en lumière ses aspects écologiques, morphologiques et physiologiques. Au niveau du deuxième chapitre, nous allons présenter le matériel et les méthodologies utilisés lors de la réalisation de ce travail. Dans le troisième chapitre, nous allons présenter les résultats que nous allons par la suite discuter. Nous terminerons par une conclusion et certaines recommandations pour la gestion de la surveillance du Criquet pèlerin en Algérie

CHAPITRE I : Recherche bibliographique

CHAPITRE I : Recherche bibliographique

1. Position systématique du Criquet pèlerin

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

Criquet pèlerin est comme suit :

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

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

2. Morphologie du Criquet pèlerin

Le criquet pèlerin est un acridien de grande taille. Les femelles mesurent de 70 à 90 mm de long (fig. 1a), les mâles de 60 à 75 mm (fig. 1b). Les antennes sont filiformes. Le pronotum est comprimé dans la prozone et son bord postérieur est anguleux. Le tubercule prosternal est arrondi, mince, à apex émoussé, légèrement incliné vers l'arrière. Les élytres comme les ailes sont longs, dépassant nettement l'extrémité abdominale et les genoux postérieurs. Les yeux sont striés. Les élytres sont maculés de taches brunes. Les tibias postérieurs sont de la teinte générale du corps (**DURANTON et LECOQ, 1990**).

Les œufs de Criquet pèlerin sont déposés dans le sol sous la forme d'une oothèque (**DURANTON et LECOQ, 1990**). Selon **POPOV et al.** (1991), l'oothèque de Criquet pèlerin est grande, sans paroi consolidée. La longueur totale de l'oothèque est de 9 à 10,5 cm, sa largeur est de 7 à 9 mm. Sa paroi est une grappe ovigère nue, sans matière spumeuse.

L'œuf de criquet pèlerin a une orientation radiale avec un nombre de 60 à 80 chez les grégaires ; 110 à 140 chez les solitaires. Sa couleur est jaune beige et la taille comprise entre 7 et 8 mm (**POPOV et al., 1991**).



Femelle



Mal

(**OUTTAR, 2015**)

Figure 1: Adulte de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)

3. Cycle biologique du Criquet pèlerin

Tous les acridiens passent par trois états biologiques au cours de leur vie :

L'état embryonnaire : l'œuf.

L'état larvaire : larve.

L'état imaginal : l'ailé ou l'imago. (DURANTON et LECOQ, 1990)

Le terme adulte est réservé aux individus physiquement capable de se reproduire (APPERT et DEUSE ,1982).

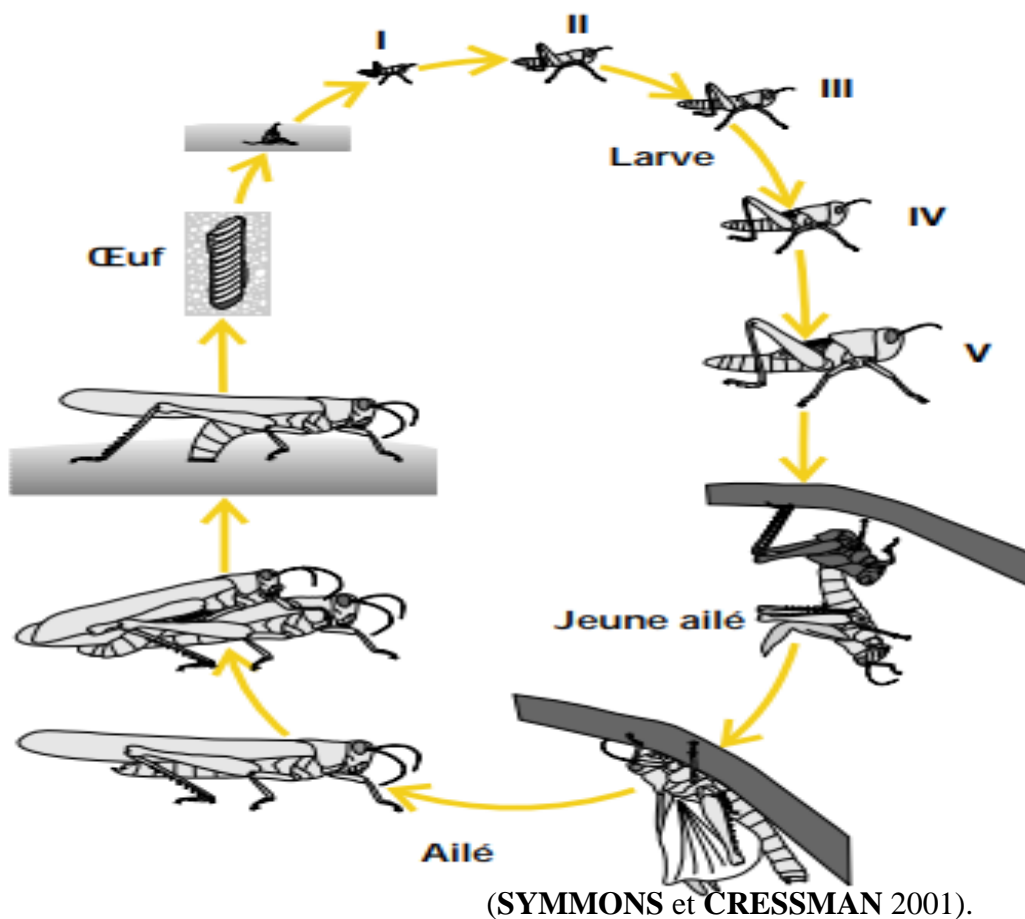


Figure 2: Cycle biologique du Criquet pèlerin

La Ponte

Généralement femelle pond sont œufs a sol humide à une profondeur de 5 à 10cm (fig 3) dans les sols sablonneux meubles. Avant de pondre, la femelle sonde souvent le sol en y insérant l'extrémité de son abdomen pour déterminer si l'humidité est suffisante. La femelle pond les œufs sous forme d'une masse ovigère appelée oothèque. Le nombre d'oothèques pondues par une femelle dépend du temps que celle-ci met à développer chaque oothèque et de sa propre longévité. (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

La ponte a lieu généralement le jour et parfois la nuit et dure une heure et plus (POPOV et *al.*, 1991).

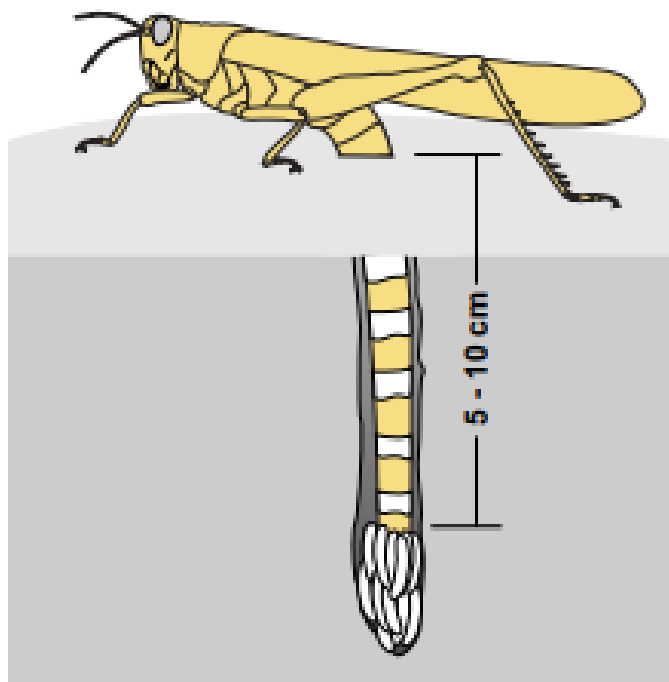


Figure 3: La ponte chez le femelle du Criquet pèlerin

La femelle fore le sol à l'aide de ses valves génitales situées à l'extrémité de l'abdomen, et pond une oothèque. Cette oothèque mesure 3 à 4 cm de long et est pondue à une profondeur de 5 à 10 cm environ (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

Développement embryonnaire

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 (**DURANTON et LECOQ ;1990**).

La période d'incubation varie selon les conditions écologiques et climatiques. La durée d'incubation des œufs du criquet pèlerin est en moyenne de 13 jours (**DURANTON et LECOQ, 1990**), Elle peut aller à environ 50 jours (**DE GREGORIO, 1996**) et de 10 à 65 jours (**SYMMONS et CRESSMAN, 2001**).

L'éclosion se produit en fin de développement embryonnaire. La première forme larvaire, dite larve vermiforme, progresse vers la surface du sol, dès sa sortie à l'air libre, cette larve vermiforme se débarrasse de sa cuticule post-embryonnaire au cours de la mue intermédiaire et devient alors une larve de premier stade. Les exuvies de la mue intermédiaire se présentent sous la forme de petits amas blanchâtres et sont aisément visibles à la surface du sol (**DURANTON et LECOQ, 1990**).

Les larves passent, de l'éclosion à l'état imaginal, par des stades. Le nombre des stades est variable en fonction de la phase : 5 stades chez les grégaires et 6 solitaires. Le stade supplémentaire se situe entre le troisième et le quatrième stade

Imago et développement imaginal

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

Suite à la mue imaginale, les larves du cinquième stade donneront des imagos à cuticule mou qui durcit progressivement après 5 à 10 jours selon les conditions de températures ambiantes. Après cette étape, l'imago est capable de marcher, puis de sauter et voler localement grâce au développement des muscles. Une fois l'étape de durcissement cuticulaire est achevée, le jeune imago recherche d'un biotope favorable à l'alimentation. Il va connaître une augmentation progressive du poids par accumulation de corps gras, lui permettant d'entreprendre éventuellement des vols sur de grandes distances. Durant cette phase, les ovaires

CHAPITRE I : Recherche bibliographique

restent en pré-vitellogénèse. Les individus peuvent rester sexuellement immatures des mois (au maximum 6 mois) jusqu'à la rencontre des conditions écologiques propices (Température et humidité adéquate, végétation). La maturation sexuelle de *S. gregaria* est conditionnée par les conditions écologiques favorables en particulier la pluie. Dès que cet acridien rencontre des conditions favorables à la reproduction, les populations deviennent sexuellement matures (**DURANTON et LECOQ, 1990**).

Imagos solitaires

Les imagos solitaires sont de plus grande taille que les grégaires. Les femelles mesurent 60 à 90 mm de long, et les mâles mesurent de 45 à 60 mm. Le teint dominant est le jaune sable, brune ou grise. Les yeux portent 6 à 7 stries selon les stades larvaires. Ils sont caractérisés par la présence de macules et des lignes sombres sur le pronotum ainsi qu'une ligne claire médiane sur le vertex de la tête. Le fémur postérieur possède une ligne noire longitudinale, il y a un léger jaunissement des mâles. Chez les individus immatures, les ailes sont hyalines (**LAUNOIS-LUONG et POPOV, 1992 ; DURANTON et LECOQ, 1990**).

Imagos grégaires

La teinte générale du corps est plus homogène que chez les solitaires. La coloration est rose à rouge brunâtre pour les imagos immatures, et jaune chez les imagos matures. Les femelles mesurent de 50 à 60mm de long et les mâles de 45 à 50mm. Ils se distinguent par leur pronotum concave, chez les imagos matures. Les yeux obscurs portent 6 stries souvent indistinctes (**LAUNOIS-LUONG et POPOV, 1992**). Dans la nature, la longévité des imagos du Criquet pèlerin, varie en moyenne de 34 à 230 jours en fonction essentiellement de l'existence ou non d'une période de quiescence imaginale ou bien à la durée de celle-ci (**DURANTON et LECOQ, 1990**).

Le nombre de génération chez le Criquet pèlerin

Le nombre annuel de générations chez le Criquet pèlerin varie entre 2 et 3 (voire 4) selon les conditions écologiques en passant, comme chez les autres espèces de criquets, par trois états successifs : l'œuf, la larve et l'imago (**DURANTON et LECOQ, 1990**). Selon ces mêmes auteurs, l'une des caractéristiques importantes du Criquet pèlerin est la possibilité de quiescence à l'état imaginal dans le cas où l'acridien rencontre des conditions écologiques défavorables. Cette quiescence peut durer jusqu'à 135 jours chez les solitaires et 180 jours chez les grégaires. La longévité globale de l'imago dépend alors de la durée de cette période de quiescence. Les

imagos peuvent ainsi vivre en moyenne, jusqu'à 180 jours chez les solitaires et 230 chez les grégaires, mais la durée du cycle biologique peut être réduite à une centaine de jours en cas d'excellentes conditions écométéorologiques.

4. Ecologie du Criquet pèlerin

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

Les milieux de vie de *Schistocerca gregaria* varient selon l'état phasaire (**HASKELL**, 1982).

Selon **DURANTON** et **LECOQ** (1990), les biotopes du Criquet pèlerin peuvent se diviser en quatre catégories

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.

5. Polymorphisme phasaire chez le Criquet pèlerin

Les criquets ravageurs ne sont pas des insectes comme les autres. Certains d'entre-eux les Locustes, comme *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775), *Locusta migratoria* (Linne, 1778) et *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg ,1815), sont capables de se présenter sous deux formes différentes appelées phases selon qu'ils sont solitaires, ou grégaires. D'autres criquets, les

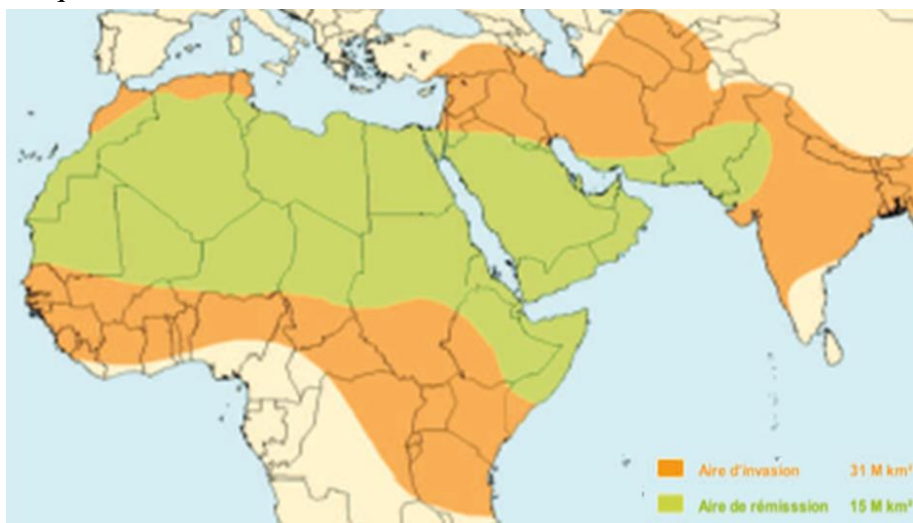
sautereaux, conservent au contraire leurs caractéristiques générales qu'ils soient isolés ou regroupés (ZERGOUN, 1994).

Selon UVAROV (1977), on distingue trois types de populations chez les acridiens gregariapte: solitaire (très faible densité), grégaire (très haute densité) et *transiens* (densité intermédiaire). Ces populations diffèrent par leur comportement, leur coloration, leur morphométrie, leur physiologie et leur écologie.

6. Air de répartition de criquet pèlerin

6.1. Air de rémission

L'aire d'invasion du Criquet pèlerin couvre un territoire de 28 million de km² (MAGAR, 1993), peuplé par plus d'un milliard d'habitant et touche soixante-cinq pays d'Afrique du moyen orient et d'Asie du Sud-ouest (fig 4). SWORD et *al* (2010) l'estimaient à 31 millions km². Elle est divisée en trois grandes régions : occidentale, centrale et orientale. L'aire de rémission, beaucoup moins étendue couvre de 15 millions de km² environ et intéresse surtout les zones désertiques.



(DURANTON et LECOQ, 1990).

Figure 4: Limites des aires d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin dans le monde

GUENDOUZ-BENRIMA (2005), a signalé que l'aire de rémission du Criquet pèlerin couvre pratiquement tout le Sahara algérien.

6.2. Air des grégarigènes

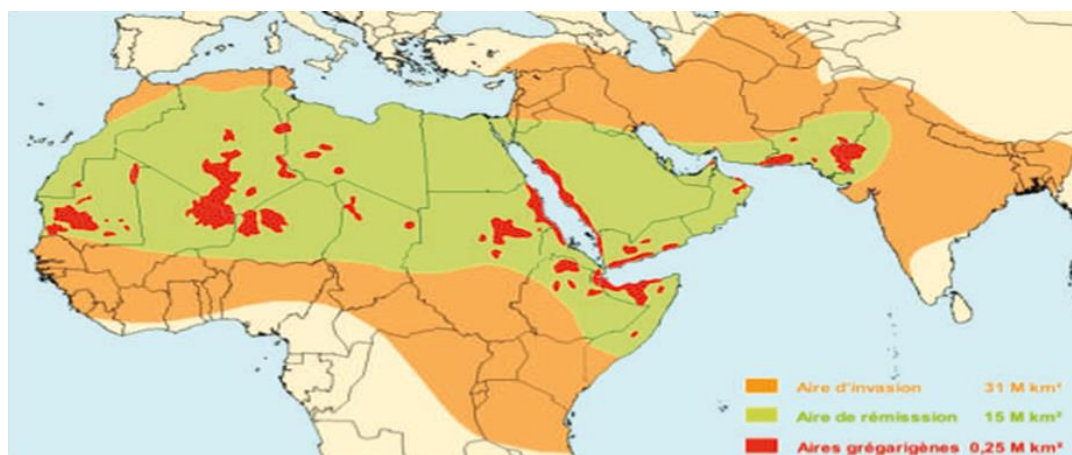
Les « aires grégarigènes » (fig 5) sont les zones où s'est manifestée fréquemment dans le passé une activité acridienne importante suivie de l'apparition de formations grégaires (fortes bandes larvaires, concentrations d'ailés). Elles correspondent aux zones à surveiller et contrôler en priorité dans le cadre de la prévention (LECOQ, 2004).

Les populations acridiennes se réfugient dans les zones grégarigènes suivantes :

- **La région orientale** : La frontière Indo-pakistanaise où les systèmes de vents favorisent des concentrations importantes des populations ;

- **La région centrale** : Le bord de la mer rouge et du golfe d'Aden où le régime des pluies peut fournir des conditions adéquates à la reproduction tout le long de l'année

- **La région occidentale** : Zones frontalières algéro-nigéro-maliennes et centre Est Mauritanien, les bordures de certains massifs montagneux où les phénomènes d'écoulement favorisent la création de sites favorables (massif du Sahara central et méridional, bordure Sud de l'Atlas, bordure Ouest des montagnes de l'Oman, vallées de Makran au Pakistan et en Iran) (DURANTON et LECOQ, 1990).



(SWORD *et al.* 2010).

Figure 5 : Limites des aires d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin, et localisation des aires grégarigènes

Orange : aire d'invasion, vert : aire de rémission, rouge : aires grégarigènes.

7. Dégâts du Criquet pèlerin et impacte économique

La qualification « dangereux » est appliquée aux espèces susceptibles de faire des dégâts sur les cultures vivres ou industrielles. Les acridiens ont toujours été considérés comme un fléau et une catastrophe naturelle (**TANKARI DAN-BADJO**, 2001).

Le criquet pèlerin en Afrique constitue une menace extrêmement grave pour l'agriculture. Son aire d'invasion couvre l'Afrique, au nord de l'Équateur, le Moyen-Orient, les péninsules Arabiques et Indo-pakistanaise et, parfois, l'Europe méditerranéenne. Cela représente au total 57 pays et plus de 20 % des terres émergées. En, dehors des périodes d'invasion, le Criquet pèlerin se replie en période de rémission dans les zones les plus arides de son aire de dispersion où il passe le plus souvent inaperçu, (**LECOQ**, 1999).

Peut attaquer de très nombreuses plantes, ligneuses ou herbacées sont susceptibles d'être attaquées. Au Maghreb, les céréales, la vigne, les cultures maraîchères semblent particulièrement plus attaquées (**LECOQ**, 2004). Au sahel, les céréales occupent la première place. Le mil, le maïs, le sorgho, le riz sont particulièrement sensibles nettement plus que le coton, le niébé et l'arachide (**LAUNOIS-LUONG et al.**, 1988).

D'après **OULD- El HADJ** (2002), en 1995, malgré une accalmie dans tout le sahel, on a assisté à de fortes concentrations de *Schitocerca gregaria* dans la Wilaya d'Adrar, plus de 10.000 hectares ont été traités à cet effet et près de 11.000 litres d'insecticides ont été utilisés dans la lutte antiacridienne.

Pour la dernière invasion de l'Algérie en 2004/2005, une superficie de 4.500.000 Ha a été traitée nécessitant la mobilisation d'une enveloppe financière d'environ 30 milliards de dinars (120 millions de dollars) pour traiter les infestations composées essentiellement d'essaims et de bandes larvaires. Les moyens matériels et financiers utilisés ont permis la protection de la production agricole évaluée durant cette campagne à 3 milliards de dollars US (**INPV 2005 ; LAZAR ; 2005**).

8. Les moyennes de lutte contre le criquet pèlerin

8.1. Lutte préventive

La lutte préventive comporte trois étapes essentielles :

CHAPITRE I : Recherche bibliographique

-la surveillance des conditions écologiques dans les aires potentielles de reproduction et de grégarisation.

-l'organisation de prospections aériennes et terrestre dans les aires devenues potentiellement favorables à la suite de précipitations abondantes.

-la lutte contre toutes les populations des acridiens dépassant un certain seuil de nuisibilité (**DURANTON** et **LECOQ**, 1990).

8.2. 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 excepter à l'aube et au crépuscule où ils sont posés au sol. Des lances flammes et des grenades ont été utilisés contre eux (**DURANTON** et *al*, 1982).

8.3. Lutte écologique

Elle consiste à rompre la synchronisation entre le cycle biologique de l'acridien et son environnement ou de rendre le milieu moins favorable au ravageur.

Les moyens utilisés sont par exemple :

-L'inondation temporaire de certains sites de reproduction.

-Le labourage de sols indurés.

-La suppression des jachères (**DURANTON** et *al.*, 1987).

8.4. 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.

Selon (LAUNOIS -LUONG *et al.*, 1988 ; RACHADI, 1991 *in* MOHAND-KACI ,2012) les principaux pesticides utilisés dans la lutte antiacridienne sont :

-les organophosphorés (*fénitrothion, parathionméthyl, diazinon*, ect).

-les carbamates (*bendiocarbe*).

-les *pyréthrinoides* (*deltamethrine, lambda-cyhalothrine*) qui ont une action létale significative atteinte dans les vingt-quatre heures qui suivent l'application.

-les régulateurs de croissance (*diflubenzuron, le triflumuron, le teflubenzuron*) qui agissent sur le mécanisme hormonal ou de synthèse de la cuticule et les larves meurent au moment de la mue.

8.5. 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

CHAPITRE I : Recherche bibliographique

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, **KRALL et al.**, 2000). 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 élevé ainsi que les homologations (**LUONG-SKORMAND et al.**, 1999).

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).

Les mycopesticides

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. La contamination se fait par contact ou par ingestion de la plante traitée par le myco-insecticide (**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

CHAPITRE I : Recherche bibliographique

compagnie sud-africaine Biological Control Products (BCP). L'essai a été financé par le Fonds international de développement agricole (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'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) de Cotonou, Bénin (**KOOYMAN** et *al.*, 2005)

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail

Notre travail a été réalisé en deux parties.

La première partie consiste à réaliser des relevés floristiques et acridienne au niveau du plateau de Tademaït au Sud de l'Algérie.

Dans une deuxième partie, nous avons procédé à la réalisation des cartes de répartitions du Criquet pèlerin dans le sud algérien, en se basant sur les données d'archives des prospecteurs antiacridiens de l'INPV. Nous nous sommes basés sur les données de 2022. Les cartes de répartition du Criquet pèlerin ont été confrontées aux cartes de météorologiques et de végétation.

1. Présentation de la région d'étude

Les relevés floristiques et acridienne furent réalisés au niveau du plateau de Tademaït. Les limites biogéographiques sont pour l'essentiel des limites latitudinale, en relation avec la répartition saisonnière des pluies (**BARRY** et *al*, 1976). Le choix des régions d'étude, a été basé sur les critères géomorphologiques (la diversité des biotopes, ...), climatiques, bioclimatiques et diversité végétale. La carte (figure 6), a été tracée pour permettre de faire la localisation des différentes régions d'études dans le Sahara algérien

1.1. Situation géographique

Le Tademaït est un plateau situé entre le Sahara algérien dans le Sud et le Grand Erg Occidental. Il se trouve au nord d'Ain Salah. Classées comme des régions les plus chaudes du Sahara qui enregistrent des températures dépassant le seuil de 45°C en périodes d'été. Malgré une pluviométrie moyenne annuelle ne dépassant pas les 100 mm, des crues occasionnelles surgissent dans ces régions en drainant des quantités d'eau non négligeables qui peuvent recharger la nappe phréatique.

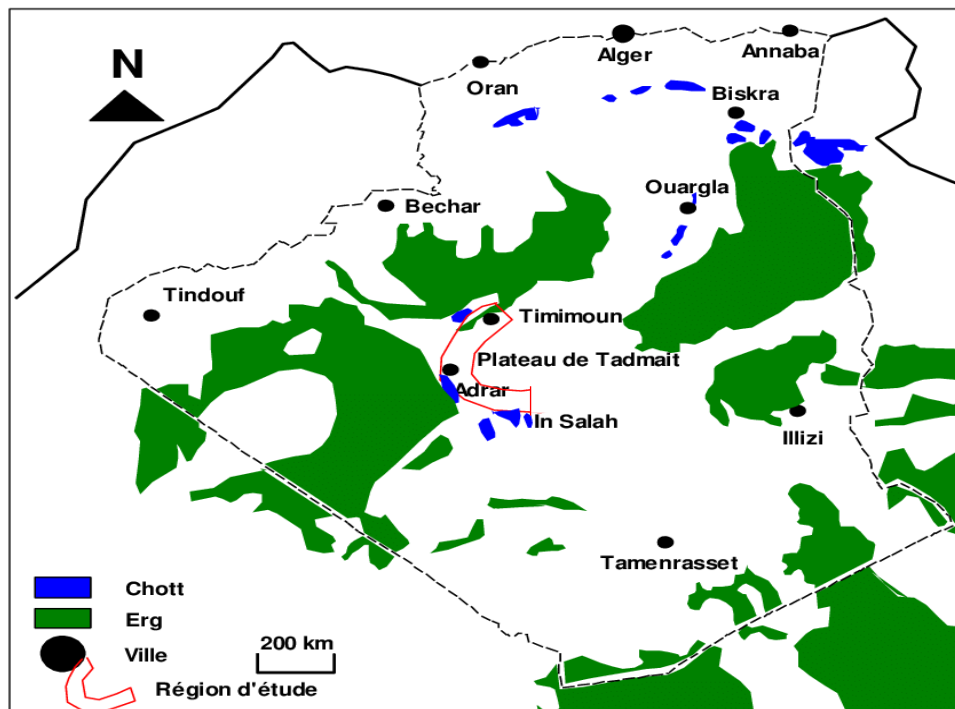


Figure 6: Carte de géomorphologie du plateau de Tademaït

1.2. Description climatique des stations d'étude

En milieu aride et semi-aride, les facteurs climatiques sont souvent tributaires du facteur temps. Il paraît évident que dans le cadre de notre étude, nous ne pourrions pas se limiter uniquement à ce dernier, mais d'en évaluer l'évolution de ces principaux paramètres, à savoir le facteur pluviométrie dont l'influence est très importante. Il en est de même pour les températures (minimales et maximales) dont l'impact sur la distribution du tapis végétale est très important.

Température

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles et annuelles (en °C) enregistrées dans la Région de Timimoune et Adrar durant la période [2014-2023] (INPV, 2023)

MOIS	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	annuelle
T	13.14	16.77	20.73	26.67	28.47	35.86	38.89	37.89	34.75	27.24	19.42	14.62	26.2041667
TM	19.44	21.88	25.517	31.03	34.79	39.2	41.73	40.54	38.01	31.51	24.4	20.58	30.7189167

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail

Tm	5.42	8.97	11.94	17.63	22.76	26.56	29.86	29.62	26.72	19.44	11.87	7.32	18.1758333	
----	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------------	--

TM : température maxima ; Tm : température minima ; T : température moyenne.

La température est un facteur écologique fondamental pour la végétation. Toutefois, au-delà d'un certain niveau, la température peut en provoquer des effets néfastes (POPOV et *al.*, 1991) Le tableau ci-dessus présente les températures moyennes mensuelles et annuelles de la station de Timimoune et Adrar.

Précipitations

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Timimoune et Adrar durant la période 2014-2023

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cumul
Pluies (mm)	2.04	3.56	4.07	14.22	12.43	1,02	0	14.73	44.44	3.05	6.6	14.23	10.0325

D'après l'analyse des données du tableau 2, la région de Tindouf reçoit une tranche

Pluviométrique annuelle faible (environ 10.0325 mm). Les maximums des pluies sont enregistrés dans le mois de septembre, alors que les mois de Juin ne reçoivent que de faibles quantités.

Synthèse climatique des stations d'étude

Diagramme Ombrothermique de la région de Timimoune et Adrar

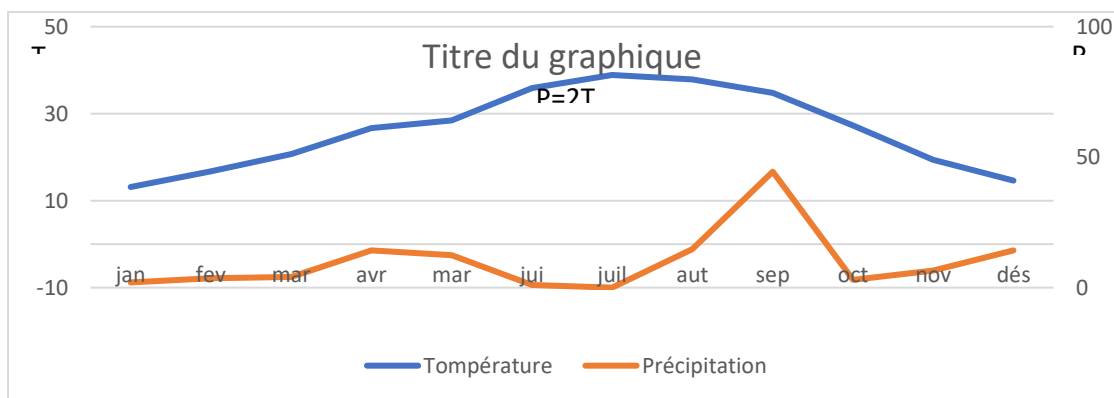


Figure7 : Diagramme ombrothermique de la région de Timimoune et Adrar

Quotient pluviothermique d'Emberger

Pour caractériser un climat, Emberger a établi un quotient pluviothermique, simplifié par STEWART (1965 in BENHALIMA, 1983), dont l'expression est la suivante :

$$Q_2 = 3.43 [P / (M - m)] = 0.96$$

Q₂ : Quotient pluviothermique

P : Pluviosité moyenne annuelle exprimée en (mm) = 10.0325

M : Moyenne des maximas du mois les plus chauds exprimés en °C (degré Celsius) = 41.73

m : Moyenne des minimas du mois le plus froid exprimée en °C (degré Celsius) = 5.42

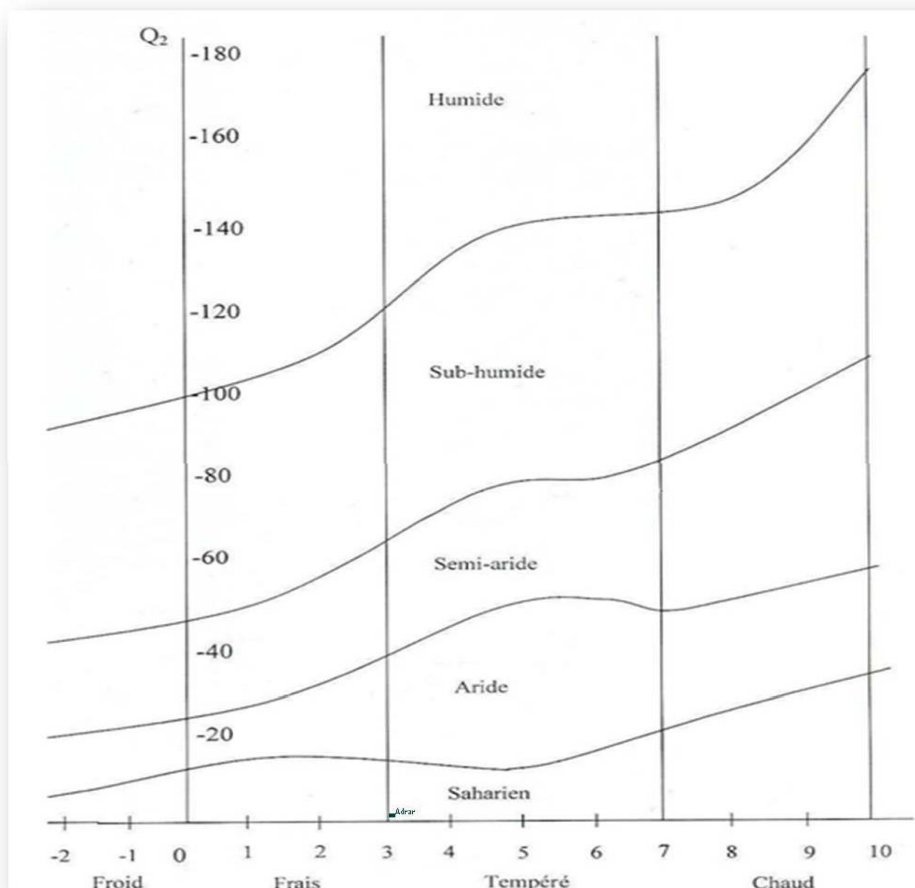


Figure8 : Climagramme d'Emberger des régions d'étude

Faune et flore de la région d'étude

La faune

La faune D'après **OULED EL SAFI** (2009), la faune saharienne est adaptée au milieu désertique et développe ses propres stratégies pour résister à la chaleur et au manque d'eau. Les mammifères sont bien représentés par les mouflons à manchette, les gazelles, les fennecs, chacals, les lièvres et les petits rongeurs tels que les damans, goundis, gerboises... etc. dont on observe facilement les traces. Les antilopes oryx et addax sont en voie d'extinction.

D'après **DOUMANDJI-MITICHE** et *al.* (1996), La liste de la faune orthoptérologique de la région d'Adrar et Timimoune est comme suit :

-*Pyrgomorpha cognata* -*Thisiocetrus annulosus* (WALKER, 1870)

-*Thisiocetrus harterti* (IBOLIVAR, 1913)

-*Shistocerca gregaria* (FORSKAL, 1775)

-*Aiolopus strepens* (LATREILLE, 1804)

-*Aiolopus thalassinus* (FABRICIUS, 1781)

-*Acrotylus patruelis* (HERRICH-SCHAEFFER, 1838)

-*Locusta migratoria cinerescens* (BONNET et FINOT, 1885)

-*Pseudosphingonotus savignyi* (SAUSSURE, 1884)

-*Sphingonotus rubescens* (WALKER, 1870)

-*Ochrilidia sp* (FIEBER, 1853).

La flore

En générale, la flore de la région est représentée par des familles botaniques de provenances biogéographiques divers. Ces dernières abritent des espèces caractéristiques de la région aride et/ou saharienne (**OZENDA**, 1958). La flore des différents domaines sahariens en Algérie, comprend des espèces saharo-sindienne qui sont largement prédominantes. Le Sahara algérien réunit des éléments géographiques de provenances très différentes qui selon **OZENDA** (1958) posent des problèmes biogéographiques de premier ordre.

Dans le Sahara septentrional et central, les espèces méditerranéennes sont assez présentes alors que dans le méridional se sont plutôt les tropicales qui s'installent. Les espèces saharo-sindiennes et les espèces d'Afrique sèche sont présentes partout dans le Sahara avec presque les mêmes proportions (**GUENDOZ BENRIMA**, 2005)

En Algérie, cas particulier des oasis de la région d'Adrar (Touat, Gourara et Tidikelt), la culture fondamentale c'est les céréales que dépendant la nourrie principale, parmi c'est le grain du mil qui a joué un rôle prépondérant dans l'alimentation des populations de cette région, notamment avant l'introduction du pain industriel. Dans ces oasis toujours, le mil représente l'une des principales espèces fourragères. Plusieurs cultivars existent depuis très longtemps et sont considérés par les agriculteurs comme étant propres à la région. (**INPV**, 2021)

2. Matériel utilisé sur terrain

Cette étude est basée essentiellement sur l'analyse de l'archive de l'INPV en 2022 . Les observations sur le Criquet pèlerin ont été réalisées par les prospecteurs de l'INPV, en utilisant des données de terrain pour cartographier la situation du criquet en Algérie. Nous avons aussi réalisé des sorties sur terrain qui ont eu lieu pendant la saison de reproduction automne hiver-printemps du Criquet pèlerin au niveau du plateau de Tademaït au Sahara Le comptage visuel, une méthode couramment

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail

utilisée pour les ravageurs (Gillon 1973, Launois 1974), a été utilisée pour l'échantillonnage, avec des carrés de 10m de côté (100m²) traversés à chaque station prospectée.

Concernant nos sorties sur le terrain, nous avons utilisé le matériel suivant :

Un filet fauchoir pour l'échantillonnage des individus d'orthoptères ; des sacs, pour récolter les espèces d'insectes d'une part, et d'autre part pour récolter les plantes existantes. Chaque sachet est doté d'une étiquette sur la quelle est marquée la date et le lieu de prélèvements (nom de la station).

Un carnet de prospection a été utilisé pour les renseignements concernant les conditions d'échantillonnage sur terrain, la date et le lieu de prélèvement des relèves ainsi que d'autre information jugées utiles, (KEMASSI ,2008).



Figure9 : Les outils utilisés

3. Méthodologie du travail

Voici les étapes à suivre pour réaliser un échantillonnage des populations de criquets pèlerins sur le plateau de Tademaït

3.1. Choix des stations d'études :

Nous commençons par définir et délimiter clairement la zone du Plateau de Tademaït dans laquelle vous souhaitez étudier la population criquet pèlerin. Cette zone doit être suffisamment grande pour permettre un échantillonnage représentatif.

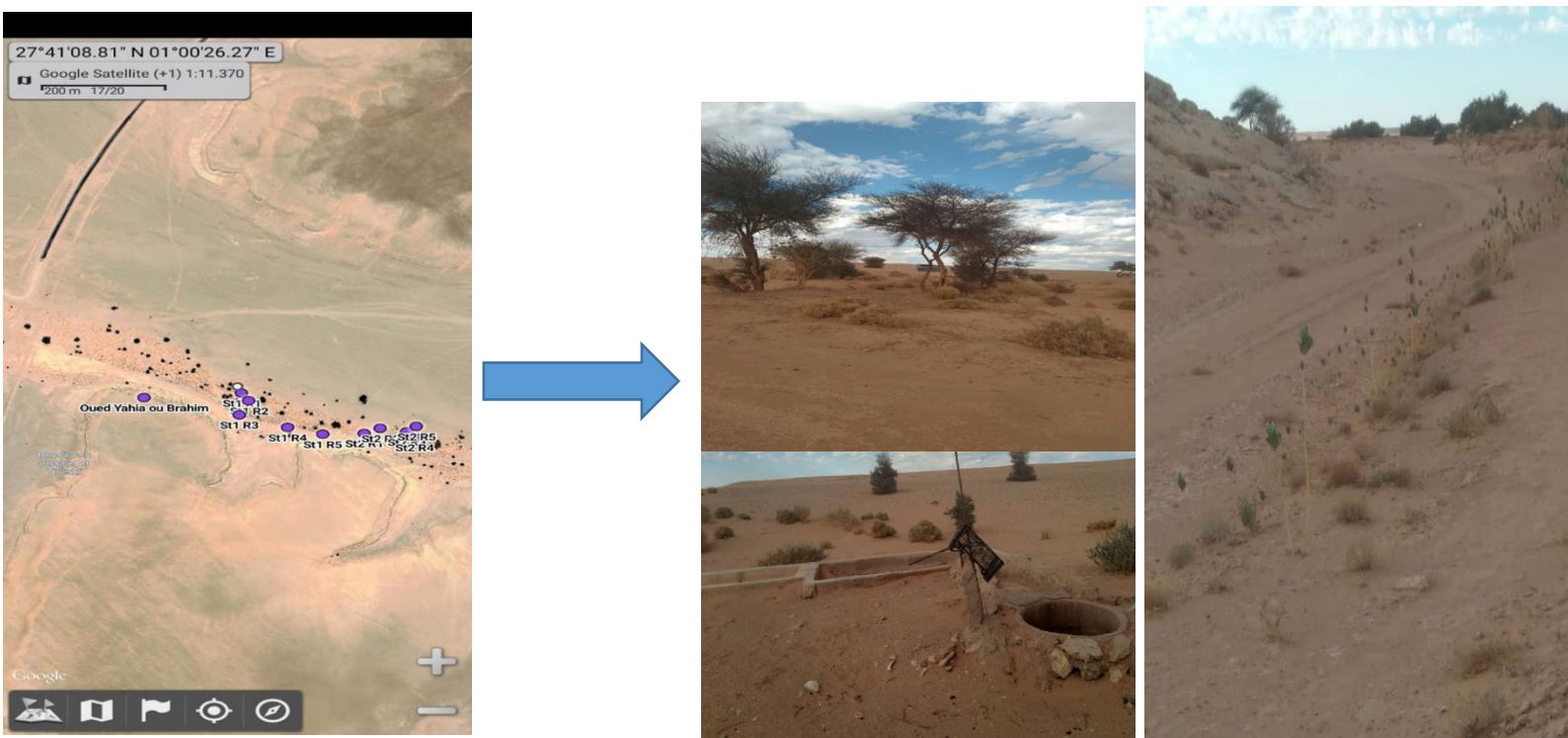


Figure 10 : oued Yahia ou Brahim Adrar .



Figure11 : Ferme d'orge à Oukrut Timimoune 30ha



Figure12 : Ferme de blé dur et tendre à Oukrut Timimoune 30ha

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail



Figure13 : oued 70 Amqiden Timimoune



Figure14 : Ain Bilbal Adrar

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail

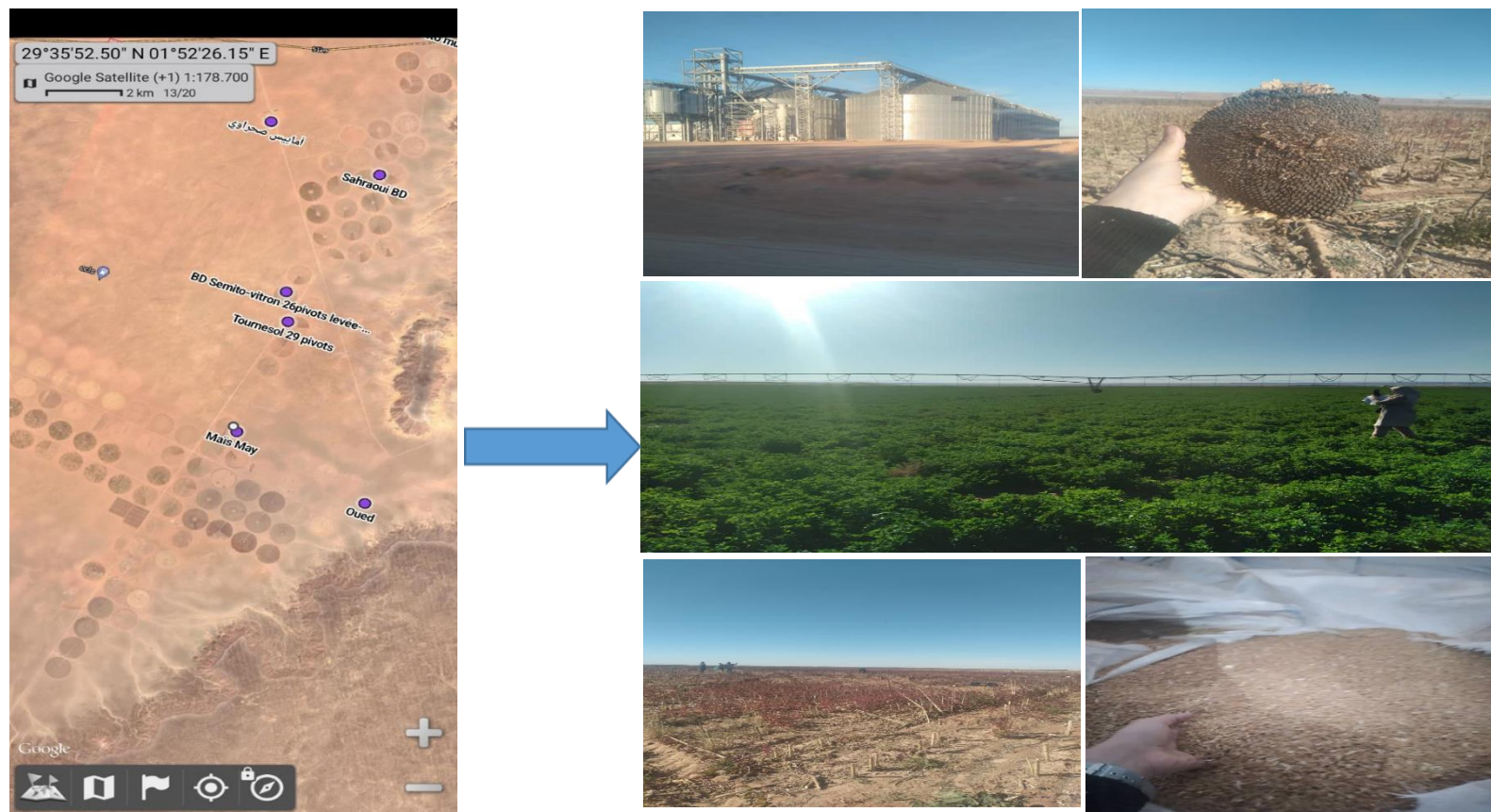


Figure15 : L'investisseur Amis Algérie à Amqiden Timimoun

2. Diviser la zone en carrés de 100m :

À l'aide du GPS, nous divisons la zone d'étude en une grille carrée de 10 m. Vous pouvez matérialiser ces carrés à l'aide de piquets, de cordes ou tout autre moyen adapté.



Figure16 : Diviser la zone en carrés de 100m

- 3. Sélection aléatoire des carrés à échantillonner :** Nous utilisons la méthode D'échantillonnage aléatoire pour déterminer quels carrés seront réellement étudiés.



4. Dénombrement des criquets pèlerins :

Dans chacun des carrés sélectionnés, nous procédons à un dénombrement exhaustif dénombrement des criquets pèlerins présents.



5 .Relevé des paramètres environnementaux :

Pour chaque carré échantillonné, nous relevons également des informations sur les conditions environnementales, telles que la végétation dominante, l'humidité du sol, la température, etc.

Ces données pourront être utiles pour l'analyse des résultats

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail



_Les plantes que nous avons trouvées



6. Répétition de l'échantillonnage :

Selon la taille de la zone d'étude et les objectifs de notre suivi, nous répétons les étapes 5 à 10 un nombre suffisant de carrés pour obtenir un échantillon représentatif.

7. Analyse des données :

Une fois tous les relevés effectués, nous procédons à l'analyse des données collectées

3.2. Méthode d'analyse pour la description des biotopes acridiens

La description des biotopes du *Schistocerca gregaria* au Sahara algérien est fondée sur les relevés personnels (35 relevés en 2024 entre janvier et avril) et les informations collectées par les prospecteurs de l'INPV. Les informations collectées contiennent théoriquement :

- la structure des populations de *Schistocerca gregaria*,
- la description des stations (végétation, pédologie, météo...),
- et la description des traitements s'il y a eu des opérations de lutte.

3.3. Méthode d'étude de l'archive antiacridien de l'INPV d'El-Harrach

Le FAO, à travers du programme d'EMPRES, a développé des outils spéciaux et des logiciels performants basés sur l'utilisation des images satellitaires, pour améliorer la méthode de surveillance du criquet pèlerin dans ses biotopes.

La Commission de la lutte contre le Criquet pèlerin dans la région occidentale (**CLCPRO**) a été créée pour le contrôle du Criquet pèlerin en Afrique Nord Occidentale dont le Siège est à Alger, L'Algérie, est le garant de la durabilité de la stratégie de lutte préventive en cours de développement dans la région dans le cadre du Programme EMPRES en Région Occidentale (EMPRES-RO). La création par **FAO (Rome, octobre 2000)** est entrée en vigueur le 25 février 2002. (**FAO ; 2021**).

A Alger, la stratégie de la lutte préventive consiste à surveiller les zones potentielles de reproduction du criquet afin de détruire les premières concentrations avant le déclenchement de l'invasion. La lutte préventive est assurée par des équipes spécialisées de l'INPV qui sillonnent

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail

le Sahara au moyen de véhicules légers tous terrains et des véhicules lourds équipés d'appareils de traitement. Le déploiement des équipes de surveillance et de lutte sur le terrain s'opère en fonction des conditions écologiques qui sévissent dans les zones abritant le criquet pèlerin. Pour cela, l'INPV utilise les données météorologiques que lui fournit l'Office National de Météorologie (par convention), grâce à des stations réparties sur tout le territoire national et les images satellites de végétation fournies par l'ASAL et la **FAO** (INPV, 2021).

Cette partie d'étude est basée sur l'analyse des données du Criquet pèlerin en Algérie durant l'année 2022 et la cartographie des situations acridiennes sur la base des prospections effectuées par le personnel de l'INPV durant l'année 2022. Nous avons donc réalisé le travail suivant les informations disponibles, au niveau de l'INPV qui constituent une évaluation des situations acridiennes, météorologique et de végétation. Quatre séjours ont été effectués au niveau de l'INPV pour réaliser cette partie du travail.

Prospections antiacridiennes

La prospection terrestre constitue la base de la lutte antiacridienne, Les opérations de prospection sont assurées par des agents spécialisés de l'INPV qui ont bénéficié de formation spécifique à cette fonction. Ils sont déployés sur le terrain d'une manière saisonnière, suivant des programmes préétablis. Des itinéraires de prospection sont tracés au préalable en fonction des conditions écologiques, notamment, après la répartition des pluies et dans les zones de végétation, et dans Zones traditionnelles (historiques). Le prospecteur sur terrain est doté des moyens de navigation (GPS), carte d'état-major, moyens de communication (Radio HF), et des appareils de récolte et de transmission des informations via satellite.

Conditions de prospection

Pour permettre au prospecteur d'évoluer sur terrain avec des objectifs précis et des zones ciblées, le service de lutte antiacridienne s'appuie sur plusieurs indicateurs :

- Les conditions météorologiques :

La présence de criquets étant liée nécessairement par la disponibilité de nourriture, la végétation qui s'installe dans une région après les pluies, donc un prospecteur doit connaître des informations sur la quantité des zones de précipitations (**FAO/CLCPRO.2016**).

- Les cartes d'indices de végétation

Chapitre 2 : Matériel et méthodes de travail

Le DLIS s'appuyait sur des images SPOT-VGT mais ce n'était pas assez précis pour surveiller les conditions écologiques dans les zones de reproduction du Criquet pèlerin. Le DLIS s'est tourné vers une imagerie à plus haute résolution, celle de MODIS à 250 mètres de résolution donnée estimation encore plus précise des conditions écologiques dans les habitats du Criquet pèlerin (FAO, 2009).

La boussole, le GPS, des cartes, une loupe, le filet de capture, les boîtes pour échantillons, le formulaire de prospection (ou elocust).

Tentes, sacs de couchage, moustiquaires, lits de camp, couvertures, table et chaises pliantes, caisse popote complète, fûts à eau galvanisés, fûts à gasoil, 1 trousse de pharmacie d'urgence, jerricanes moyennes et petites, bâches et filet, convertisseurs, torches et lampes, pelles.

Etapas de prospection

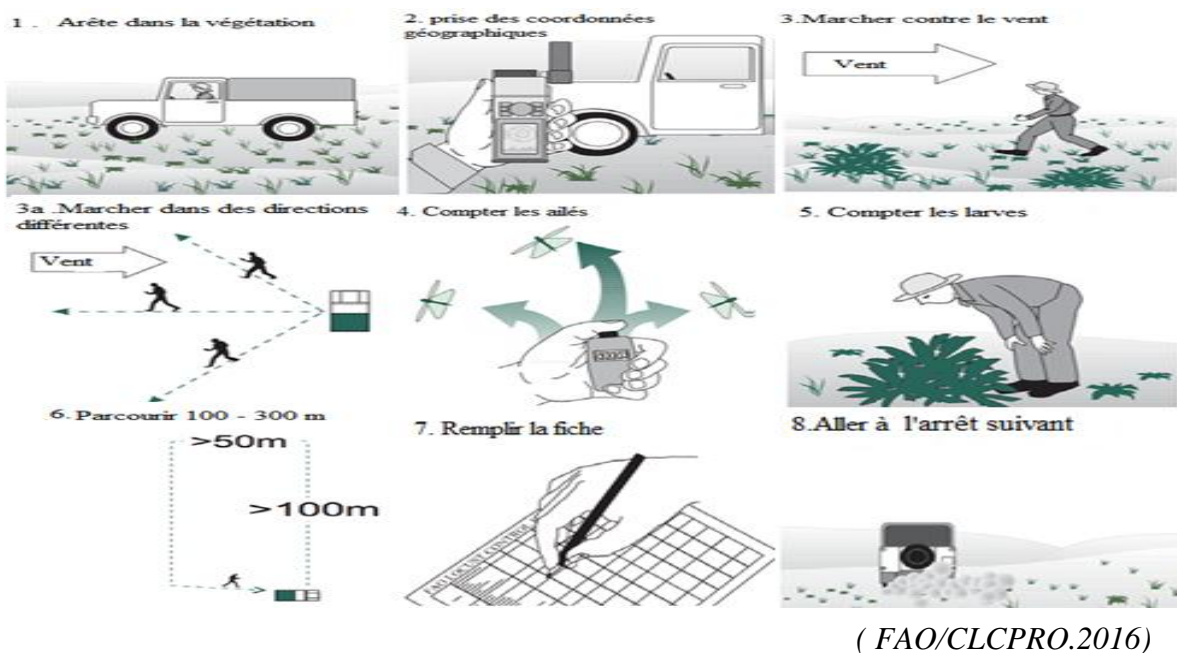


Figure17 : Méthode de prospection

Informations à récolter par le prospecteur

Le prospecteur est tenu de fournir des rapports précis sur la situation acridienne dans le milieu prospecté. Les informations qu'il est tenu de transmettre au service central de lutte antiacridienne peuvent être classées sur fiche standard de prospection (fig 11).

- Point d'arrêt : le nom de la localité, Heure, les coordonnées géographiques, criquet (Présence/absence).
- les conditions écologiques : végétation, humidité du sol, condition métrologique (pluie, température, vent).
- La situation acridienne : Apparence, Comportement, Etat développement et maturité, Densité et la taille des acridiens.
- Lutte : Type d'application, Nom du pesticide utilisé, phytotoxicité (Présence/absence).
- Commentaires divers.

The figure shows a 'Fiche standard de prospection' form. It is divided into several main sections:

- 1. Point d'arrêt**: Includes fields for location name, date, and coordinates.
- 2. Conditions écologiques**: Contains sub-sections for vegetation (1.1-1.4), meteorology (1.5-1.8), and soil humidity (1.9-1.12).
- 3. Situation acridienne**: Includes sub-sections for appearance (3.1-3.4), behavior (3.5-3.8), and development/maturity (3.9-3.12).
- 4. Lutte**: Contains sub-sections for control methods (4.1-4.4) and pesticides used (4.5-4.8).
- 5. Commentaires**: A large text area for additional notes.

The form uses a grid system with columns for different data points and rows for specific observations.

CLCPR/FAO (FAO/CLCPRO.2016)

Figure18 : Fiche standard de prospection

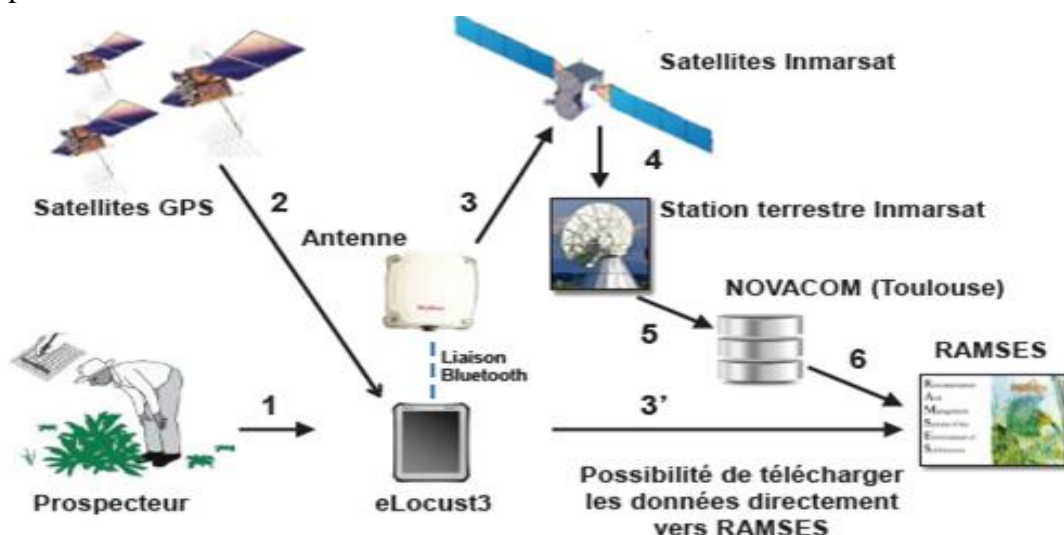
Transmission des informations

L'information constitue l'élément de base de la lutte antiacridienne. Précision et la rapidité de transmise des donnes sont ce qui déterminent la fiabilité des prévisions puis l'efficacité de la lutte. Un outil de transmission satellite des informations relatives au criquet et son environnement est eLocust 3.

Après récolte des diverses informations sur terrain par le prospecteur suivant la fiche de prospection, les données acridiennes, écologiques et météorologiques résultant des opérations de prospection sont saisie et envoyés par Elocust3. La réception des données se fait à l'INPV sur un ordinateur. Les données devront être corrigées et vérifié L'exportation des différentes données se font vers le Système RAMSES pour l'élaboration des cartes acridiennes et écologiques, (Fig. 12).

Les résultats des prospections et des opérations de lutte, accompagnés d'une brève interprétation, devraient toujours être envoyés au Service d'information sur le Criquet pèlerin du Groupe Acridiens (DLIS), au siège de la **FAO** à Rome, cinq jours au plus tard après la fin de chaque prospection.

Toutes les données initiales, les analyses, les résumés et les rapports devraient être archivés de manière appropriée pour permettre une recherche ultérieure aisée et pour l'étude de cas particuliers.



(FAO/CLCPRO.2016)

Figure19 : Schéma d'acheminement en utilisant eLocust3

Cartographique de la végétation et des acridiennes

- **eLocust3: Appareil de transmission des informations via satellite**

eLocust3 est une application développée par la FAO en collaboration avec la firme Novacom Services, afin de faciliter la collecte et la transmission des données acridiennes de la fiche FAO de prospection/lutte (FAO, 2009).

L'application est incorporée dans une tablette Panasonic FZ-A1 – Toughpad, que le prospecteur sur le terrain peut utiliser à côté du véhicule ou à une distance éloignée vu qu'elle dispose de sa propre alimentation électrique et ne dépend pas du véhicule (sauf lors du rechargement de la batterie, ou de la transmission) (FAO, 2009).

eLocust3 (application et tablette) vient succéder à deux précédentes versions qui sont eLocust1 et eLocust2 (fig. 13)



FAO/CLCPRO.2016).

Figure20 : Versions d'eLocust

- **Kit eLocust3 :**

eLocust3 est un package tout-en-un qui se compose d'une tablette (fig 14) Panasonic FZ-A1 ToughPad, il a intégré le GPS, le Bluetooth, le wifi, une batterie rechargeable, un appareil photo et une vidéo avec des connexions USB et HDMI, et des emplacements pour une mémoire micro SD et des cartes **SIM**, d'une antenne Sky Wave IDP680, d'un câble d'alimentation d'antenne Bluetooth personnalisé de 3 m, d'adaptateurs secteur et de véhicule pour la tablette, d'une carte mémoire micro SD de 16 Go, manuel, nettoyage étui en tissu et robuste(FAO;2009).



(FAO ; 2009).

Figure 21 :Tablet eLocust 11 pouces Panasonic ToughPad FZ-A1.



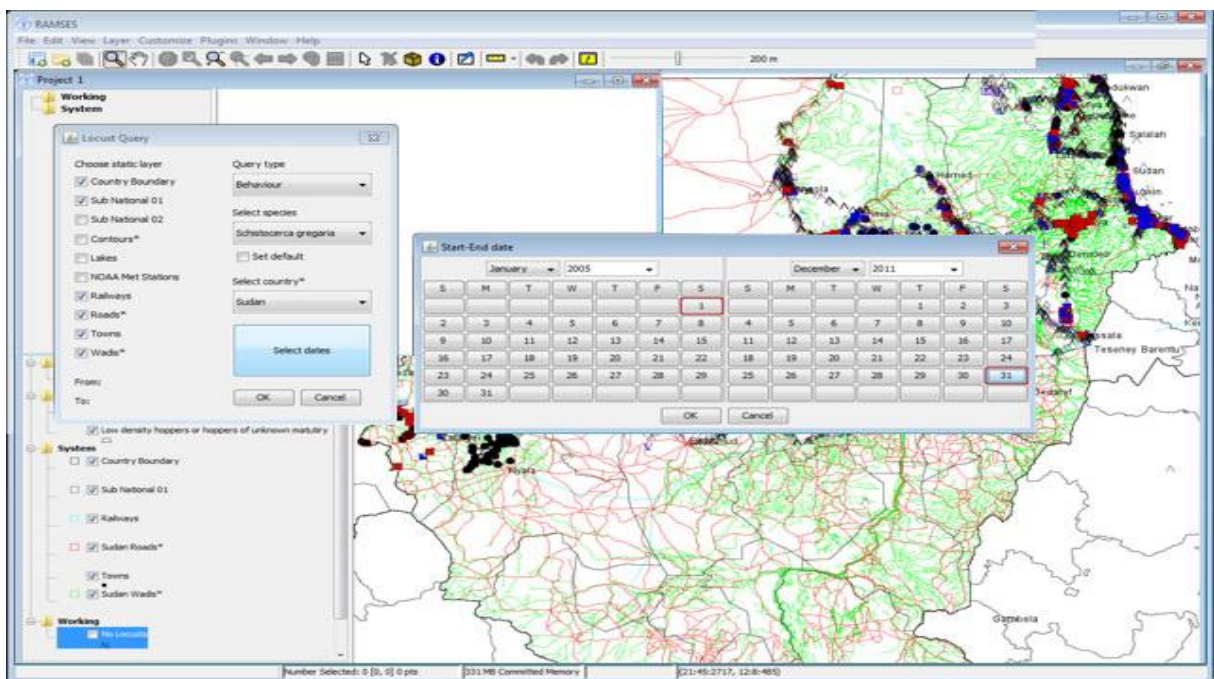
(FAO ; 2009).

Figure22 : kit Elocust).

eLocust3 se compose de plusieurs applications. L'application eLocust3, une application Android personnalisée développée par Novacom (France), permet aux utilisateurs de saisir de nouvelles données (rapport), de visualiser les données (rapports) déjà enregistrées et envoyées, de prendre des photos géoréférencées et de les organiser sous forme d'albums, voir la position de l'équipe sur une carte et naviguez vers la végétation verte (application eLocust3D), accédez à une grande bibliothèque de références numériques et gérez les paramètres utilisateur.(FAO, 2009).

- **RAMSESV4: SIG personnalisé pour les pays affectés par le criquet pèlerin**

RAMSES (*Reconnaissance And Management System of the Environment of Schistocerca*) (fig.16) est une application logicielle personnalisée qui se compose d'une base de données et d'un système d'information géographique (SIG). La base de données stocke les résultats des opérations de levé et de contrôle et le SIG affiche ces données sur des cartes (FAO;2009).



(FAO ; 2009).

Figure 23 : la structure de RAMSES.

En 2012, il est devenu évident que RAMSESV3 n'était plus d'actualité, de nouvelles technologies s'étaient développées, ArcView n'était plus pris en charge et était devenu obsolète, et MS Access était insuffisant. La décision a été prise de réécrire RAMSES et de tirer parti des derniers développements en matière de SIG et de bases de données spatiales, d'utiliser des logiciels open source qui ne nécessitent pas de licences commerciales et qui peuvent être plus facilement personnalisés et mis à jour pour répondre aux besoins des populations affectées par les criquets des pays. La première version opérationnelle de base de RAMSESV4 a été publiée le 1er janvier 2015. RAMSESV4 utilise OpenJump GIS et PostGISPostgreSQL comme base de données spatiale. La publication a coïncidé avec le lancement d'eLocust3 sur une base opérationnelle (FAO, 2009).

- **Le système d'information géographique SWARMS dans DLIS**

DLIS utilise un SIG personnalisé appelé SWARMS (*Schistocerca* Warning and Management System) pour gérer le grand volume de données quotidiennes et faciliter l'analyse et les prévisions. SWARMS contient des données historiques de 1930 à nos jours et permet l'affichage d'images de télédétection et l'utilisation de divers modèles pour estimer les taux de développement des œufs et des larves, les trajectoires de migration des adultes et les prévisions saisonnières des précipitations et de la température (FAO, 2009).

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Chapitre3 : Résultats et discussion

Nos résultats vont porter sur d'abord l'activité acridienne lors de nos propres échantillonnages sur terrain, et la description des biotopes acridiens en tenant compte de la végétation échantillonnée et complétée par celles cités par les prospecteurs de l'INPV.

1. Résultats des relevés acridiens et floristiques

3.1. Activité acridienne en 2023

Nos investigations sur terrain, nous ont permis de constater que les ailés du Criquet pèlerin ont été à l'état solitaire, entre janvier et avril et sont essentiellement répartis au niveau de tous les biotopes sahariens prospectés. Quelques rares signalisations sont observées principalement en mars et avril au nord du plateau de Tademaït.

Cette partie sera complétée par des cartes qui ont été établi par les moyens du FAO disponible au niveau de l'INPV d'ELHARRACH

Les pluies hiverne-printanières qui touchent cette zone permettent le maintien des populations notamment au Sahara central. L'apparition de quelques biotopes à solitaires au nord du plateau peut s'expliquer du fait de la présence de périmètres irrigués qui permettent le maintien d'un tapis végétal hospitalier assez longtemps. Nous avons constaté qu'au mois d'avril, la fréquence des ailés est relativement faible, cela est dû probablement aux faibles échantillonnages à cette période donc à un sous échantillonnages des situations solitaires

3.2. Description, par la végétation des biotopes acridiens

La composition du tapis végétal reflète avec précision les conditions écologiques qui caractérisent le biotope. De plus le Criquet pèlerin est phytophage et s'abrite dans la végétation.

En phase solitaire, il apprécie certaines espèces et en délaisse d'autres (GUENDOZ BENRIMA, 2005). Il est, cependant nécessaire, d'énumérer l'ensemble des espèces végétales recensées par les prospecteurs de l'INPV et personnellement.

3.2.1. Inventaire des espèces végétales

Nous avons inventorié dans quelques localités du plateau de Tademaït 47 espèces de plantes arbustive et arborescente et herbacées. Les relevés de la végétation (personnel et des prospecteurs de l'INPV), nous ont permis de citer 24 familles végétales. Les types biogéographiques et biomorphologiques de Raunkier sont aussi mentionnés.

Tableau 3 : Inventaire des espèces végétales inventoriées au niveau du Plateau de Tademaït au Sud de l'Algérie

	Famille	Nom valide	Type biogéographique
Les relevés de la végétation des prospecteurs de l'INPV	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Aerva javanica</i> (Burn. f.) Juss. ex Schultes	Sahelo-SS
	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Rhus tripartita</i> (Ucria) Grande	Méd-SS
	<i>Asclepiadaceae</i>	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Aiton f.	Afr-sèche
		<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forsk.) Decne	Sahelo-SS
	<i>Asteraceae</i>	<i>Artemisia judaica</i> L.	SS
		<i>Francoeuria undulata</i> (L.) Lack	Méd-SS
		<i>Nauplius graveolens</i> (Forsk.) Wilk.	Afr sèche
		<i>Rhedinolepis lonadioides</i> Coss.	Afr(NO)
	<i>Balanitaceae</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	SS
	<i>Boraginaceae</i>	<i>Trichodesma calcaratum</i> Coss.	End Saha atlant
	<i>Brassicaceae</i>	<i>Diploaxis harra</i> (Forskål) Boiss.	Méd
		<i>Farsetia stylosa</i> R. Br.	SS
		<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC.	Méd-SS
		<i>Schouwia thebaica</i> Webb	Afr sèche
<i>Capparidaceae</i>	<i>Cleome arabica</i> L.	Méd-SS	

Chapitre 3 : Résultats et discussion

	Famille	Nom valide	Type biogéographique
	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Gymnocarpus decandrum</i> Forsk.	SS
		<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC.	Méd
	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex halimus</i> L.	Sub cosmopolite
		<i>Cornulaca monacantha</i> Del.	SS
		<i>Hamada scoparia</i> (Pomel) Iljin	Méd-SS
		<i>Nucularia perrini</i> Battand.	Afr(NO)
		<i>Salsola imbricata</i> Forsk.	SS
		<i>Traganum nudatum</i> Del.	SS
		<i>Cistaceae</i>	<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum.-Cours.
	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrader	Afriq-SS
	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia calyptata</i> Coss. et Dur.	Afr(NO)
	<i>F-Caesalpiniaceae</i>	<i>Cassia senna</i> L.	Méd-SS
	<i>F-Fabaceae</i>	<i>Astragalus trigonus</i> DC.	SS
		<i>Astragalus vogelii</i> Webb) Burm.	Méd-SS
		<i>Lotus jolyi</i> Battand	Méd
		<i>Retama retam</i> (Forskål) Webb	SS
	<i>F-Mimosaceae</i>	<i>Acacia ehrenbergiana</i> Hayne	SS
<i>Acacia tortillis</i> (Forskål) Hayne ssp. <i>raddiana</i> (Savi) Brennan		SS	
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago albicans</i> L.	Méd	
Les relevés de la végétation personnelle	<i>Poaceae</i>	<i>Panicum turgidum</i> Forskål	SS
		<i>Stipa capensis</i> Thunb.	Afr(NO)
		<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.) de Winter	Méd-SS
	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Desf.	Méd
	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Kickxia aegyptiaca</i> (L.) Nabelek	End Saha atlant
	<i>Solanaceae</i>	<i>Hyoscyamus muticus</i> L.	SS
	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix africana</i> Poiret	Méd
		<i>Tamarix aphylla</i> (L.) Karsten	SS
	<i>Tribulaceae</i>	<i>Tribulus terrester</i> L.	Sub cosmopolite
	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Fagonia bruguieri</i> DC.	SS
		<i>Fagonia glutinosa</i> Del.	Méd
		<i>Fagonia zilloides</i> Humb.	Afr(NO)

Chapitre 3 : Résultats et discussion

	Famille	Nom valide	Type biogéographique
		<i>Zygophyllum album</i> L.	Méd-SS

Le types biomorphologiques :

The (Théophyte), Géo (Géophyte), H-C (Hémi Chryptophyte), CH (Chryptophyte), n-Phan (nano-phanérophyte), Phan (Phanérophyte)

Les types biogéographiques :

Afr(NO) (Afrique Nord-ouest), Méd (Méditerranéenne), Méd-SS (Méditerranéenne-saharo-sindienne), SS (Saharo-sindienne), Afr sèche (Afrique sèche), Sub cosmopolite, Cosmopolite (cosm.), Afriq-SS (afrique saharo-sindienne)

En tenant compte du type biomorphologique, les therophytes et les chamaephytes sont les plus présents dans les biotopes acridiens du Sahara algérien que les autres types.

Les thérophytes sont des herbacées qui apparaissent généralement juste après une pluie et quand l'humidité du sol est superficielle. Se sont des espèces qui ont du mal à subsister en période de sécheresse et restent sous forme de graine. Les espèces géophytes sont des espèces végétales qui arrivent à subsister sous forme de bulbe ou de tubercule. Ils sont très rares dans le sud algérien du fait que ce genre d'organe pour résister ont besoin de beaucoup d'eau. Les chamaephytes sont des buissons qui résistent bien aux conditions de sécheresse vu leurs systèmes de feuillage et racinaire adaptés. Les nano-phanérophytes et phanérophytes sont des arbustes et arbres à systèmes racinaire très développé qui peuvent s'alimenter en eau à partir des nappes phréatiques.

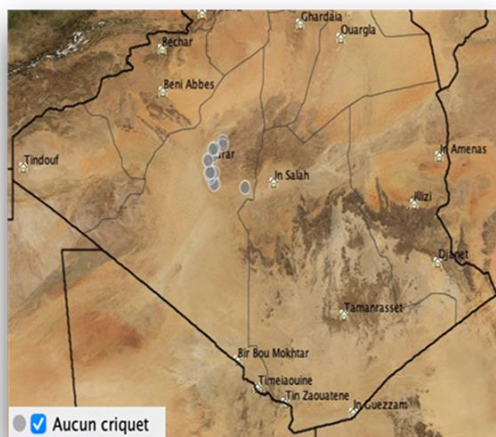
L'attribution du type biogéographique, nous a permis de détecter 09 groupes végétaux. La flore des différents domaines sahariens en Algérie, comprend des espèces saharo-sindienne qui sont largement prédominantes. Nous remarquons aussi que le Sahara algérien réunit des éléments géographiques de provenances très différentes qui selon OZENDA (1958) posent des problèmes biogéographiques de premier ordre

1. Résultats de l'enquête antiacridienne de l'INPV

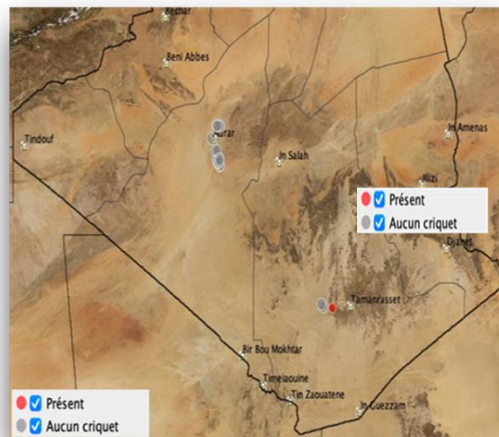
Nous avons présenté les conditions éco-climatiques mensuelles qui pourraient influencer l'activité acridienne dans le Sud algérien et par la suite nous avons présenté les cartes de présence acridienne dans le plateau et que nous avons confronté aux cartes de végétations.

1.1 Les conditions éco-climatique au niveau des biotopes acridiens

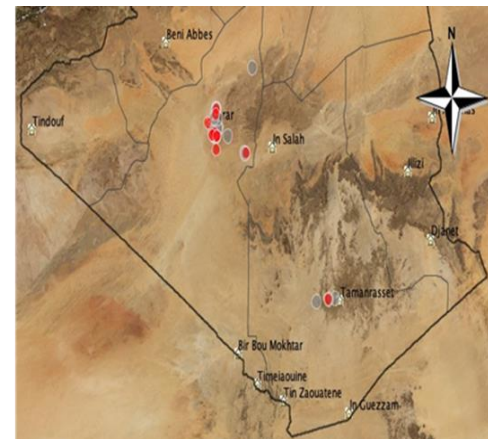
Les adultes solitaires du Criquet pèlerin entre janvier et juin sont principalement répartis dans le Sahara central et la partie méridionale du plateau



Janvier

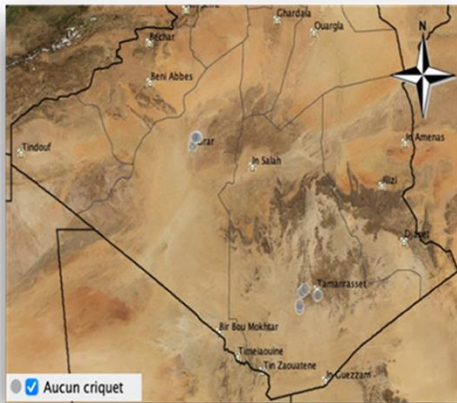


Février

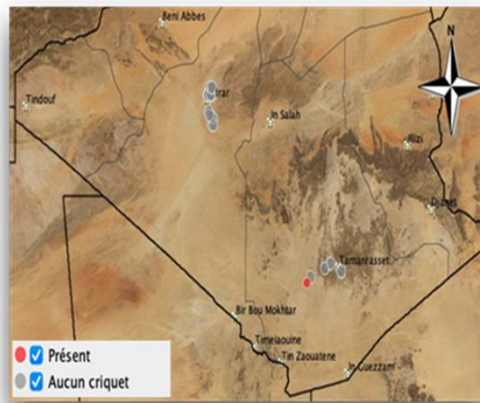


Mars

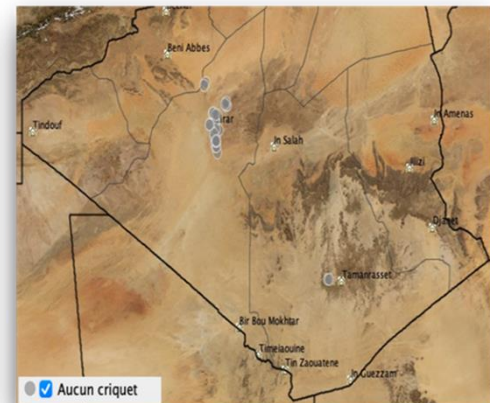
Chapitre 3 : Résultats et discussion



Avril



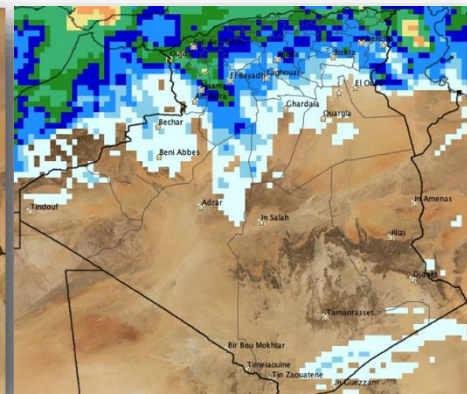
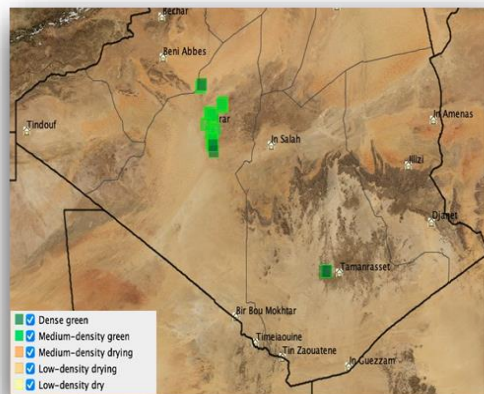
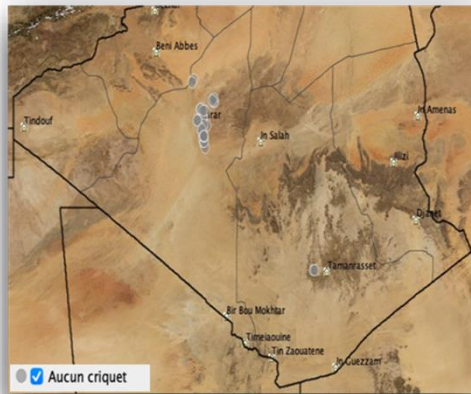
Mai



Juin

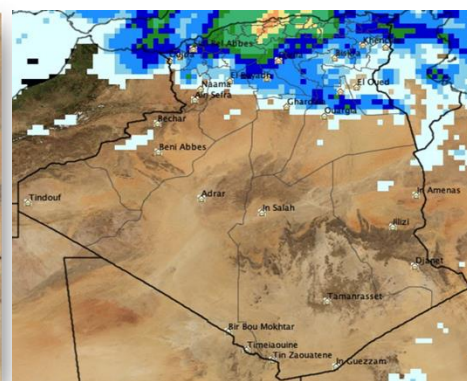
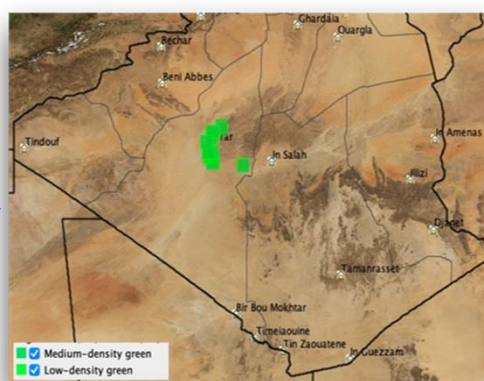
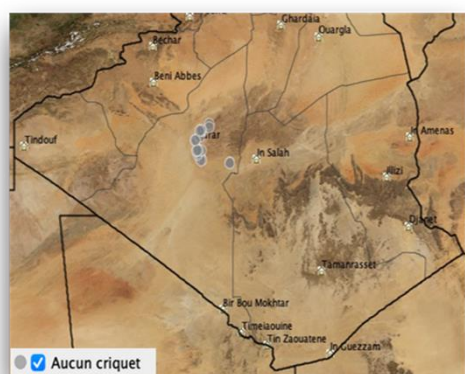
Quelques rares signalements sont observés principalement en mars et avril dans le nord du Sahara. Les pluies hiver-printemps qui touchent cette zone permettent le maintien des populations, notamment au Sahara central. L'apparition de quelques biotopes solitaires au nord du Sahara s'explique par la présence de périmètres irrigués qui assurent le maintien d'un couvert végétal hospitalier pendant une période assez longue

Chapitre 3 : Résultats et discussion



Mars

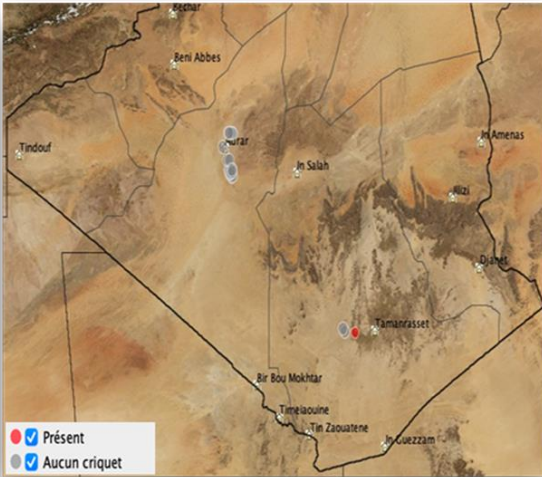
L'état de végétation et images d'analyses des précipitations du mars



Avril

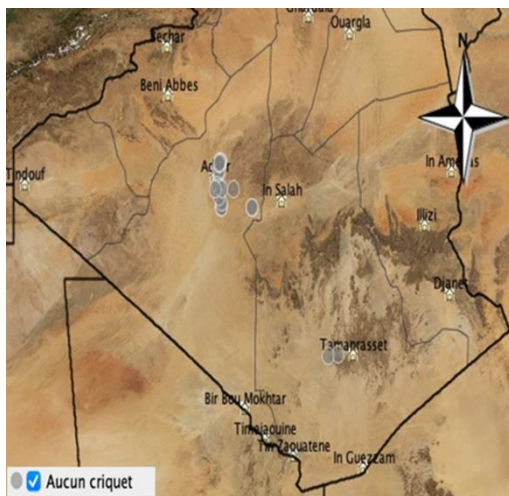
L'état de végétation et images d'analyses des précipitations de l'avril

Chapitre 3 : Résultats et discussion



Situation acridienne du Mai

Nous avons constaté qu'en mai, la fréquence des adultes est relativement faible, cela est probablement dû aux faibles relevés à cette période et donc à un sous-échantillonnage des situations solitaires

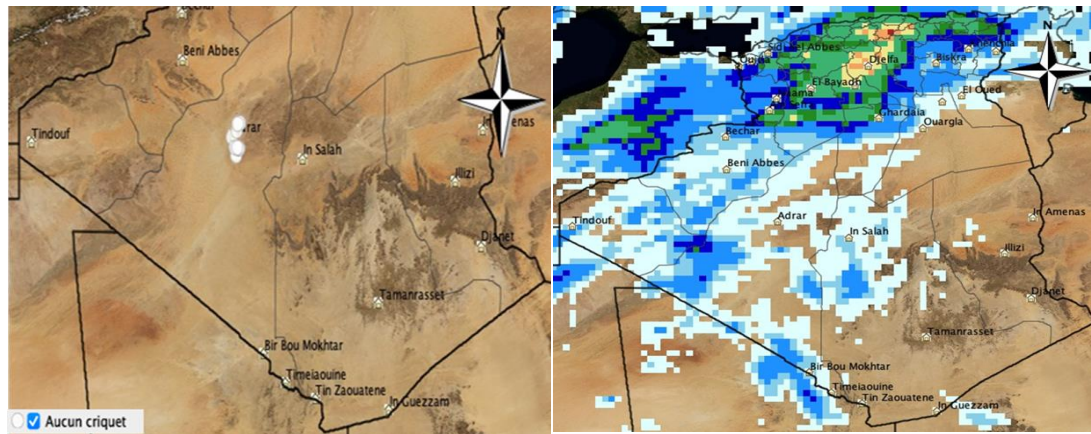


Situation acridienne du juillet

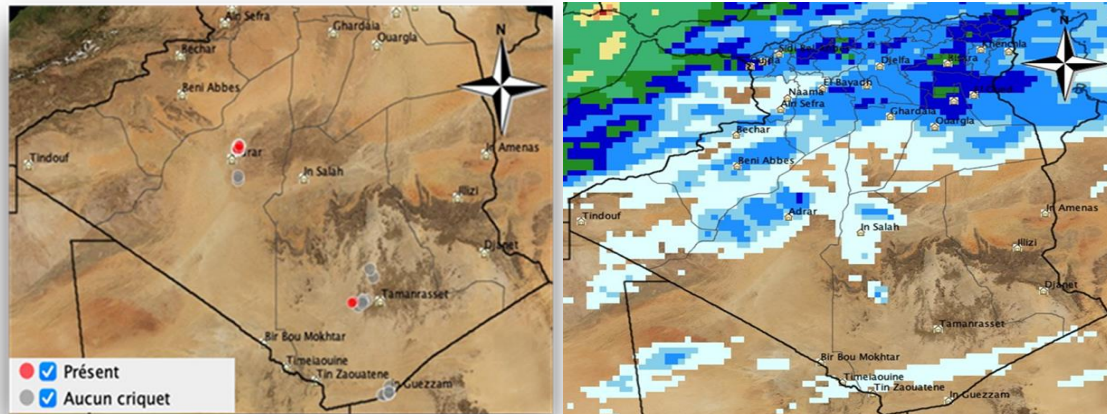
A partir du mois de juillet, les individus commencent à quitter ces biotopes pour aller plus au sud.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

La signalisation est plus fréquente d'octobre à décembre. Les pluies estivales qui touchent la partie méridionale du plateau et une partie du Sahara central permettent une augmentation des populations solitaires vers ces zones de septembre à décembre. La répartition du Criquet pèlerin en Algérie est fonction de la pluviométrie et de la végétation (source d'alimentation du Criquet pèlerin)



Situation acridienne et images d'analyses des précipitations de l'octobre



Situation acridienne et images d'analyses des précipitations du décembre

En examinant les cartes d'occurrence des larves solitaires, il apparaît que les signalements de larves sont bien moins nombreux que ceux d'adultes. Les basses fréquences de celles-ci permettent de constater que l'apparition des larves suit néanmoins celle des adultes. Il est fort

probable qu'il existe au moins deux reproductions de solitaires au niveau du plateau au Sahara algérien ; la première reproduction ayant lieu entre mars et juin dans la partie centrale et la seconde entre septembre et décembre dans la partie méridionale. Ces reproductions sont très localisées et peu fréquentes. Il faut également prendre en compte un probable sous-échantillonnage des larves solitaires

Discussion :

Parmi les acridiens, le Criquet pèlerin est considéré comme l'espèce la plus grégariapte (**PASQUIER**, 1952). La transformation phasaire, dans les deux sens, se produit aisément et fréquemment. Les extrêmes phasaires sont très distinctes tant sur le plan éthologique que sur les plans éco-physiologiques, morphologiques ou anatomiques.

Le Criquet pèlerin est l'un des ravageurs les plus redoutables à l'échelle planétaire, un véritable fléau. En période d'invasion, les dégâts occasionnés se chiffrent en millions, voire en centaines de millions, de dollars EU. Sur une période de neuf ans (1949-1957), les statistiques recueillies par la FAO estiment le total des pertes pour douze pays, parmi les quarante concernés par les invasions, à 42 millions de dollars EU. Etant donné que les statistiques de l'époque étaient très incomplètes, surtout pour les cultures vivrières, il est vraisemblable que la valeur des pertes dépasse largement cette somme (**POPOV** et *al.*, 1991).

L'aire de rémission du Criquet pèlerin couvre pratiquement tout le Sahara algérien (plus de deux millions de km² soit 1/8 de l'aire d'habitat de l'espèce) (**GUENDOZ BENRIMA**, 2005)

D'après notre étude, il en ressort que les adultes solitaires du Criquet pèlerin entre janvier et avril sont principalement répartis dans le Sahara central et la partie méridional du plateau. Quelques rares signalements sont observés principalement en mars et avril dans le nord du Sahara.

Les pluies hiver-printemps qui touchent cette zone permettent le maintien des populations, notamment au Sahara central. L'apparition de quelques biotopes solitaires au nord du Sahara s'explique par la présence de périmètres irrigués qui assurent le maintien d'un couvert végétal hospitalier pendant une période assez longue.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Nous avons constaté que durant le mois d'avril, la fréquence des adultes est relativement faible, cela est probablement dû aux faibles relevés à cette période et donc à un sous-échantillonnage des situations solitaires.

Les pluies estivales qui touchent la partie méridionale du plateau et une partie du Sahara central permettent une augmentation des populations solitaires vers ces zones de septembre à décembre (GUENDOUZ BENRIMA, 2005).

La répartition du Criquet pèlerin en Algérie est fonction de la pluviométrie et de la végétation (source d'alimentation du Criquet pèlerin). Il apparaît que les signalements de larves sont bien moins nombreux que ceux ; adultes. Les basses fréquences de celles-ci permettent de constater que l'apparition des larves suit néanmoins celle des adultes. Il est fort probable qu'il existe au moins deux reproductions de solitaires au niveau du plateau au Sahara algérien ; la première reproduction ayant lieu entre mars et juin dans la partie centrale et la seconde entre septembre et décembre dans la partie méridionale (CHARA, 1998. GUENDOUZ BENRIMA, 2005). Ces reproductions sont très localisées et peu fréquentes. Il faut également prendre en compte un probable sous-échantillonnage des larves solitaires.

La coïncidence entre la présence de criquets et les pluies se réalise par des déplacements, souvent à grandes distances, permettant à l'acridien d'accéder aux zones qui lui sont favorables. D'après les études très détaillées de nombreux cas de déplacements des essaims au cours des années d'invasion (RAINEY, 1951; GERBIER, 1965; PEDGLEY, 1981 ; MAHDJOUR ; 1988 ; CHARA, 1998 ; LAZAR, 2005)), l'axe des déplacements coïncide globalement avec le sens des vents dominants vers les zones de convergence de masses d'air, lesquelles sont souvent accompagnées de précipitations. Par ce moyen, le transport des criquets vers les zones arrosées est assuré.

L'Algérie occupe une position centrale dans l'aire grégarigène occidentale. En période d'invasions, les essaims y transitent et s'y reproduisent durant les périodes hiverno-printanières et rejoignent, au début de l'été, la zone de reproduction estivale des pays du Sahel. Lorsque les conditions bio-écologiques sont favorables, l'Algérie constitue une zone de reproduction aussi bien pour les populations autochtones que pour les populations allochtones. Ces dernières proviennent principalement :

– des pays sahéliens (Niger, Mali) et Tchad, en fin de période de reproduction estivale,

Chapitre 3 : Résultats et discussion

– des contrées occidentales (Mauritanie et ex-Sahara espagnol en période de reproduction automno-hivernale ou hiverno-printanière).

A la fin des reproductions hiverno-printanières, les populations qui échappent aux traitements peuvent envahir, à leur tour les pays du Sahel (Mali, Niger et Tchad, entre autres) (**CHARA**, 1998).

L'aire de rémission du Criquet pèlerin couvre pratiquement tout le Sahara algérien (plus de deux millions de km² soit 1/8 de l'aire d'habitat de l'espèce). **En période de rémission**, des populations de solitaires persistent de façon diffuse pratiquement toute l'année sur le territoire saharo-algérien, ce qui contribue à maintenir une activité acridienne.

Des reproductions de solitaires ont été signalées par de nombreux auteurs au Sahara central (**VOLKONSKY M.A.** et **M.T.**, 1939, 1940 a et b ; **VOLKONSKY M.A.**, 1941 ; **SITOUH**, 1976 ; **MAHDJOUB**, 1988 ; **CHARA**, 1998 ; **GUENDOZ BENRIMA**, 2005 ; **LAZAR**, 2005 ; **MAHDJOUBI**, 2017). Cependant, très peu de recherches sur le fonctionnement des biotopes au Sahara algérien ont été réalisées. **SITOUH** (1976) a analysé certains biotopes de solitaires au Sahara central. Il en a déduit que les ailés solitaires sont observés à tous les mois de l'année, notamment dans les oueds de l'espace nord : Igharghar, Mouydir, Assedjerad, où se concentre l'eau de pluie dont la fréquence est d'au moins une fois par année et que deux reproductions sont possibles et sont conditionnées par les pluies. Ces reproductions ont lieu :

- entre le mois de mars et juin et qui peuvent s'étaler jusqu'au mois de juillet,
- la seconde est automno hivernale, entre les mois de novembre et janvier.

Le succès d'une reproduction dépend en grande partie du synchronisme entre le cycle biologique du Criquet et le développement de la végétation, en particulier en milieu saharien où les disponibilités trophiques sont erratiques.

En étudiant la végétation du sud algérien qui représente un facteur majeur dans la reproduction du criquet pèlerin, nous avons constaté que le nombre d'espèces végétales inventoriées est relativement faible. La flore saharienne apparaît comme très pauvre mais assez variée dans sa composition systématique. **OZENDA** (1958) et **QUEZEL** (1965) reconnaissent pour le Sahara, sa grande pauvreté en espèces, son extrême pauvreté en individus et la monotonie des paysages et des groupements végétaux. **LEBRUN** (1981) a retenu trois caractéristiques principales pour la végétation du Sahara : une grande pauvreté en espèces ; une faible couverture du sol,

conséquence d'une extrême rareté des individus ; une extrême monotonie de la végétation sur des espaces étendus si les conditions édaphiques demeurent constantes.

Au Sahara, Il existe une étroite relation entre l'apparition de l'étage bioclimatique érémitique avec une pluviosité inférieure à 50 mm/an ce qui donne une végétation diffuse qui devient contractée (steppe désertique). Une pluviosité annuelle de rythme estival caractérise l'étage érémitique tropical. (**BARRY et CELLES** 1973). Selon la même référence, les deux principales composantes climatiques indiquent le changement de l'étagement latitudinal ce qui met en question l'importance du facteur température et du facteur humidité.

Bien que les déserts aient de nombreuses définitions (sur le plan climatique, botanique, édaphique, socio-économique...), l'aridité reste l'élément commun entre eux et est fonction des précipitations et de la température (**BRADAI et al.**, 2015). Sur le plan écologique, les déserts peuvent être définis comme des zones avec une végétation clairsemée de plantes adaptées ayant des caractéristiques particulières qui leur permettent d'éviter, de résister ou de tolérer les conditions. Ils s'étendent sur de grandes surfaces de sol nu et de végétation basse (**BOUALLALA et al.**, 2020)

Chaque année, de gros efforts sont consenti par l'Algérie pour la surveillance et la lutte contre les acridiens. La lutte anti-acridienne est prise en charge, depuis 1975, par le département d'Intervention et Coordination (D.I.C) de l'Institut National de Protection des végétaux (I.N.P.V.) qui assure :

- la surveillance du territoire et la signalisation des manifestations acridiennes,
- la lutte proprement dite, dont le déclenchement est consécutif à la présence de criquets, mais qui nécessite la mise en œuvre de stratégies de lutte proportionnées à la situation acridienne.

La surveillance permet de détecter les manifestations acridiennes à l'intérieur du pays. Elle prend en compte les signalisations dans les pays et territoires voisins, servant de points de départ aux populations acridiennes. Elle suit l'évolution qualitative et quantitative de la situation acridienne pour dégager une stratégie d'intervention globale et évolutive.

Pour faire face à l'invasion de Criquet pèlerin de 1987 à 1989, la lutte a nécessité entre autres :

- l'utilisation de 16 millions de litres de pesticides liquides et 14 millions de kg de pesticides en poudre,

Chapitre 3 : Résultats et discussion

- la mobilisation, au détriment d'autres activités, de plusieurs milliers de techniciens et agents de soutien pour mener les opérations de surveillance et de lutte,
- la mise en œuvre de plusieurs centaines de véhicules et plus de cent aéronefs, avions et hélicoptères, de prospection et de traitement (**CHARA**, 1998, **GUENDOZ BENRIMA**, 2005, **MAHDJOUBI**, 2017).

Ces interventions ont concerné des écosystèmes fragiles qui ont été plus ou moins gravement perturbés.

Conclusion

Conclusion

Pour connaître les biotopes de grégarisation et de multiplication du criquet pèlerin où les facteurs écologiques limitant la présence acridienne sont présents, nous avons exploitées toutes les données disponibles en Algérie.

Depuis les années 60, la lutte préventive en Algérie a été mise en place, ce qui a permis d'obtenir des renseignements sur le criquet pèlerin et son environnement.

Au cours des dernières années, la FAO a apporté son aide aux pays touchés par le fléau acridien en leur fournissant des technologies innovantes (SIG, Elocust 3 et GPS).

Cette recherche repose sur l'étude des informations sur le Criquet pèlerin en Algérie en 2022. À la suite des précipitations et de la disponibilité des végétations, les prospecteurs sont envoyés sur le terrain de manière saisonnière, dans les zones où se trouve le criquet pèlerin afin de recueillir les informations.

D'après les résultats, il est possible de conclure que l'Algérie, en raison de sa situation géographique, est affectée par deux périodes de reproduction. Une reproduction printanière se produit dans le Sahara central, sous l'influence des dépressions à régime méditerranéen, allant de la fin février au début juillet, tandis qu'une reproduction automne-hivernale de moindre importance se produit dans le Sahara méridional, s'étendant d'octobre à décembre dans les régions touchées par les pluies de mousson d'origine atlantique causées par la remontée du Front Intertropical. Seuls le Sahara central et le Sahara méridional sont touchés par des reproductions régulières ou chroniques du Criquet pèlerin solitaire (**GUENDOUBENRIMA**, 2005). Au niveau du Sahara algérien, les zones de reproduction sont caractérisées par des espèces végétales cultivées sous pivots, notamment dans la wilaya d'Adrar et Timimoune.

Les pluies hiver-printemps qui ont touché le plateau de Tademaït, permettent le maintien des populations, notamment au Sahara central. L'apparition de quelques biotopes solitaires au nord du Sahara et au niveau du plateau s'explique par la présence de périmètres irrigués qui assurent le maintien d'un couvert végétal hospitalier pendant une période assez longue.

Parmi les conditions écologiques le Criquet pèlerin a besoin d'eau et de végétation verte pour assurer sa survie et sa reproduction, la végétation verte pour la maturation sexuelle (ou le

Conclusion

développement larvaire après la ponte), le sol humide pour la ponte et le développement des œufs.

Dans cette optique, il est possible d'approfondir nos études sur l'identification, la description et la localisation des foyers grégarigènes potentiels en Algérie, ainsi que sur leur capacité à produire des populations acridiennes dangereuses. Les résultats exclus permettraient : – la détermination des zones à forte fréquence de présence et de reproduction acridienne au niveau du plateau de Tademaït et au Sahara central, – l'identification des facteurs favorisant la pullulation et la grégarisation, – l'amélioration de la pratique des prospections et de l'archivage des données, – l'enrichissement des connaissances géographiques et la création d'un référentiel national.

Après avoir identifié et décrit les zones de pullulation et de multiplication du Criquet pèlerin, il est nécessaire de planifier des opérations de lutte dans ces zones ou dans les zones où les cultures sont exposées à des risques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

APPERT J. et DEUSE J., 1982. *Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques.* Paris : Maisonneuve et Larose, 420 p

BARRY J.-P. & CELLES, J.-C., 1972 1973 - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien (entre 0° et 6° de longitude est). - *Naturalia monspeliensia*, sér. Bot. (23-24) : 5-48.

BARRY J.-P., CELLES J.-C., & MANIERE, R., 1976 - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note II.- Le Sahara central et le Sahara méridional. - *Naturalia monspeliensia*, sér. Bot. (26) : 211-242.

BALANÇA G. et DE VISSCHER M. N., 1992.- *Glossaire des termes élémentaires d'acridologie et de lutte antiacridienne en Afrique sahélienne.* Ed. CIRAD/ GERDAT/ PRIFAS, Montpellier, 157 p

BENHALIMA T., 1983. - *Etude expérimentale de la niche trophique de Dociostaurus maroccanus (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc.* - Thèse pour l'obtention du titre de Docteur-Ingénieur, spécialité : entomologie. Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay (France). 178 p

BRADAI L., BOUALLALA M., BOUZIANE N.F., ZAOUI S., NEFFAR S., CHENCHOUNI H. (2015). An appraisal of eremophyte diversity and plant traits in a rocky desert of the Sahara. *Folia Geobotanica* 50, 239–252.

BRADER L., DJIBO H., FAYE F.G., GHAOUT S., LAZAR M., NGUALA P.M., OULD BABAH M.A., 2006-Towards a more effective response to Desert Locusts and their impacts on food insecurity live lihoods and poverty. Independent multilateral evaluation of the 2003-05 Desert Locust campaign, "Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 150 P.

BOUALLALA M., NEFFAR S., CHENCHOUNI H. (2020). Vegetation traits are accurate indicators of how do plants beat the heat in drylands: diversity and functional traits of vegetation associated with water towers in the Sahara Desert. *Ecol. Ind.* 114, 106364

Références bibliographiques

CHARA B., 1998. - Organisation de la lutte antiacridienne en Algérie. Historique et évolution des moyens. - CLCPANO : Alger.

DAGET PH. & GODRON M., 1982 - *Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés.* -Coll. : Collection d'écologie n°18, Masson : Paris, 164 p

DE GREGORIO, DE GREGORIO R., 1996 – *Le criquet pèlerin Schistocerca gregaria, biologie et élevage: Durée de développement et rythme de ponte dans les conditions de laboratoire.* Ed. C.A.U.P.P.A., Serv. Film Rech. Scien., Pau (Paris° 98P

DIRSH V.M., 1953 - Morphometrical studies on phases of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* Forskål). - *Anti-Locust Bull.*, N°16 : 1-34.

DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1994 – Criquets et sauterelles (Acridologie). Ed. Off. Publ. Univ., Alger, 99p

DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI S., SEDDIK A. et OUCHEN D., 1996 - Comparaison des indices morphométriques de la sauterelle pèlerine *Schistocerca gregaria* à Adrar et Tamanrasset (Sahara, Algérie). *Med. fac. Landbouww., Univ. Gent, 61, (3a) : 777 – 780.*

DURANTON J-F., LAUNOIS-LUONG, M.M. et LECOQ, M. 1982-*Manuel de protection acridienne en zone tropicale sèche.* Ed. Gerdac, Paris, T. I, 695 p.

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

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

DURANTON, J.F. & LECOQ, M., 1990 - Le criquet pèlerin au Sahel. -Coll. : Acridologie opérationnelle, Ministère des Affaires Etrangères des Pays-Bas, CIRAD-PRIFAS : La Hague / Montpellier (France). - N° 6, 183 p., 51

FAO. 2009. Locust watch - Desert locust, "Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. Disponible sur<http://www.fao.org/ag/locusts/en/activ/DLIS/Rv4/index.html>

Références bibliographiques

FAO. 2021. Commission de lutte contre le Criquet pèlerin dans la région occidentale Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Disponible sur

FAO/CLCPRO.2016.Module de formation. Techniques de prospection du Criquet pèlerin. Modules préparés par le Secrétariat de la CLCPRO (disponible au <http://clcpro-empres.org>)

FARGUES J. and GOETTEL M., 1996- Environmental constraints of mycopesticides ;a challenge. *Bull OILB srop*, 19(8) : 1233-1242.

GERBIER N.E., 1965. - *Analyse des relations entre la météorologie et le déplacement des essaims de criquets pèlerins grégaires dans l'aire occidentale d'invasion.* - Coll. : Cinquième cours lutte antiacridienne. FAO : Dakar / Rome. Rapport n° **FAO,WS/E7879**. 11 p

GRASSE P.P., 1970. Entomologie générale. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 75(9-10) pp. 221-22

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.

GUENDOUZ-BENRIMA A., 2005.- *Ecophysiologie et biogéographie du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria(Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans le Sud algérien.* Thèse de Doctorat d'état, sci. Agro. Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 212 p.

HASKELL M., 1982 - Pest species. *Acrida*, T.2 : 300 - 313.

INPV 2000.- Instrument de développement de la protection phytosanitaire. Ed. Institut Nationale de la protection des végétaux, Alger, 32 p.

INPV 2005 Journée sur l'Organisation de la lutte antiacridienne en Algérie. République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Agriculture du Développement Rural. Institut National de la Protection des Végétaux " INPV

INPV, 2021. Organisation de la lutte antiacridienne en Algérie. République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Agriculture du Développement Rural. *Institut National de la Protection des Végétaux " INPV "*.

INPV, 2023. *Données climatique des regions acridienne en Algérie.* ONM, Alger, 50P

Références bibliographiques

KEMASSI A., 2008 : *Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775)*. Thèse Magi., Univ. Ouargla. 160 p.

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 dEl oued, nord-est Algérie avril-mai 2005*. Ed. FAO TAC 715, 21p.

KRALL S., PEVELING R. and BA DIALLO D., 2000.- *New strategies in locust control*, Ed. Birkhäuser Verlag, Basel/ Switzerland, 522p.

LATCHININSKY, A.V. & LAUNOIS-LUONG, M.H., 1997 - *Le Criquet pèlerin (Schistocerca gregaria Forskål, 1775) dans la partie nord orientale de son aire d'invasion*. - Coll. : Les Acridiens (n°29), CIRAD-Amis-pc-Prifas / VIZR : Montpellier (France) / Saint Peters bourg, XVIII+192 p., 33

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

LAUNOIS-LUONG M. H. et POPOV G. B., 1992.- *Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Acrididea- Cyrtacanthacridinae)*. Ed. CIRAD- PRIFAS, ISBN. Paris, 45 p.

LAZAR M., 2005 – *Zones de reproduction potentielle du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forsk., 1775) dans le Sud algérien : délimitation et suivi de l'évolution de la végétation aux moyens d'images satellitaires*. Thèse Magister scien. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 76 p

LEBRUN J.-P., 1981. - *Les bases floristiques des grandes divisions chorologiques de l'Afrique sèche*. - Thèse de docteur-ingénieur. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux : Maisons-Alfort (France). 483 p

LECOQ M., 1999. - *Lutte contre le Criquet pèlerin. Stratégie commune et restructuration des organismes chargés de la lutte antiacridienne en région occidentale. Note de synthèse suite aux réunions tenues à la FAO Rome du 22 au 24 février et les 21 et 22 mai 1999*. - CIRAD-AMIS-PC-Prifas : Montpellier. - 4 p.

LECOQ M., 1978- *les criquets du Sahel*. Ed. Cirad/Prifas, „Collection Acridologie Opérationnelle n°1“, Montpellier, 125p.

LECOQ M., 1991. - *Le Criquet pèlerin : enseignements de la dernière invasion et perspectives offertes par la bio-modélisation*. - *In* : Essaid, A. (Ed. Sc.). - *La lutte anti-acridienne. Colloque*

Références bibliographiques

international sur les perspectives de la recherche biologique et chimique dans le cadre de la lutte anti-acridienne, Rabat (Maroc), 27 novembre - 2 décembre 1989. Coll. : Universités francophones. Actualité scientifique, John Libbey Eurotext : Paris : 71-98

LECOQ M., 2004. "Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin ?" *Science et changements planétaires / Sécheresse* 15(3), 217-224

LEMÉE G., 1967 - *Précis de biogéographie.* -Masson & Cie : Paris, 358 p.

LUONG-SKORMAND M.H., RACHADI T. et LECOQ M., 1999- La lutte contre les criquets ravageurs : l'intérêt des mycopesticides. Ed. Cirad-Amis-Programme Protection des cultures, n°19, Paris, :49-52

MAGAR J.I., 1993- "Desert Locust forecasting GIS, a current technological challenge," In: Proc., 9th Entomological Congress of the Entomological Society of Southern Africa. Johannesburg 28 June - 1 July 1993.

MAHJOUB N., 1988 - Le problème du Criquet pèlerin et les perspectives de sa résolution. - *Nature et faune*, 4 : 16-20.

MAHDJOUBI Dj. 2017. Ecobiologie du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera, Acrididae*) dans le Sahara Algérien. Thèse doctorat en sciences, Université Blida1, 148 P

OULD ELHADJ M.D., 2002, Les problèmes de la lutte chimique au Sahara algérien, cas des acridicides, Institut d'Hydraulique et d'Agronomie Saharienne, Centre Universitaire de Ouargla, 163 pp.

OUTTAR F. 2015. Place des biopesticides dans la lutte antiacridienne essai et méthodes d'utilisation contre les criquets ravageurs Doctoral dissertation.

OZENDA P. 1958- Flore du Sahara septentrional et central. Centre National de la Recherche Scientifique – Volume. 1486 p.

PASQUIER R., 1952 - Sur une des causes de la grégarisation chez les acridiens, la densation. - Ann. Inst. Agri. et Serv. Rech. et Expe. Agri. Algérie (Algérie), T.V. (9) : 1-9.

PEDGLEY D. E., (Ed. sc.), 1981 -Desert Locust Forecasting Manual.2 vols. - Centre for Overseas Pest Research, Londres, viii+268, 142 p.

POPOV G.B., DURANTON J.-F., & GIGAULT J., 1991 - *Etude écologique des biotopes du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) en Afrique Nord Occidentale.* Mise

Références bibliographiques

en évidence et description des unités territoriales écologiquement homogènes. -Coll. : Les Acridiens, CIRAD-PRIFAS : Montpellier (France), xlii+744 p.

QUÉZEL P., 1965 - La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. -Gustave FISHER Verlag, Stuttgart (Allemagne), 333

RAINEY R.C., 1951 - Weather and the movements of locust swarms : a new hypothesis. - Nature (London), 168 : 1057-1060.

REMBOLD H., 1997- *Melia volkensii*: a natural insecticide against desert locust, pp.185-191

RUNGS C.H., 1954 - Une nouvelle représentation graphique de la grégiosité des populations du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forsk. (communication verbale). - *Comptes Rendus des Séances mensuelles de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* (Rabat), 6 : 130-132

SITOUH M., 1976 - Relations entre les crues et *Schistocerca gregaria* (Forskål) en phase solitaire dans le Sahara central de 1967 à 1972. - Ann. Inst. Nat. Agron. (El Harrach (Algérie), VI (4) : 33-83.

SWORD G.A., LECOQ M., SIMPSON S.J., 2010- "Phase polyphenism and preventative locust management," *Journal of Insect Physiology*56, 949–957.

SYMMONS P.M. CRESSMAN K., 2001.(Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, 2001) Directives sur le Criquet pèlerin.Ed. Food Alimentation Organisation (F.A.O.), Rome, 43 p.

TAKARI DAN BAJO A., 2001.Cycle biologie de *Schistocercagrégaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera , Cyrtacantacridinae) sur *Brassicaoleracea*(Crucifère). Etude comparatives de la toxicité de 3 plantes acridifuges chez les larves du cinquième stade et les adultes de cet acridien. Thèse. Ing. Agr. Inst. Nat. Form. Sup. Agro. Sah. Ouargla , 89 pp .

TELA-BOTANICA, 2023. Guide international de Botanique, url: www.tela-botanica.org.

THE PLANT LISTE, 2023. Guide international de Botanique, url : www.theplantslist.org.

THIAM A., DIOUF H.R., KUISEUAL J., SARR A. et THIAM M., 2004 - Pesticides et Alternatives. Lutte antiacridienne : Guérir c'est bien, mais prévenir c'est mieux.N° 23. Pesticide Action Network (PAN) Africa, Dakar, n23, 23p.

Références bibliographiques

UVAROV B.P.S., 1977 - *Grasshoppers and locusts : Behaviour, Ecology, Biogeography population dynamics*. -Centre for Overseas Pest Research : London. - **2**, 613 p

VOLKONSKY M.A., 1941 - Une mission d'étude de *Schistocerca gregaria*, Forskål. Phase solitaria dans le Sahara central (Hoggar, Assegerad, Ahnet). Novembre-décembre, 1940. (Quatrième rapport préliminaire). - Arch. Inst. PASTEUR d'Algérie, XIX (2) : 313-325.

VOLKONSKY M.A. & VOLKONSKY M.T., 1939 - Rapport sur une mission d'étude des acridiens dans le Mouydir et le Tadmait, Mai-juillet 1939. - Archives de l'Institut Pasteur d'Alger, 17 (4) : 634-649.

VOLKONSKY M.A. & VOLKONSKY M.T., 1940 a - Troisième rapport préliminaire. Une mission d'étude de *Schistocerca gregaria* Forsk dans le Sahara central Algérien. Janvier-juin 1940. - Arch. Inst. Pasteur (Alger), XVIII (3) : 341-352.

VOLKONSKY M.A. & VOLKONSKY M.T., 1940 b - Une mission d'étude des acridiens dans la colonie du Niger (Aïr et Tamesna) et le sud algérien (Hoggar) (26 septembre 1939-8 janvier 1940) (rapport préliminaire). - Arch. Inst. PASTEUR d'Algérie, 18 (1) : 43-62.

ZELAZNY B., GOETTEL M.S. and KELLER B., 1997- The potential of bacteria for the microbial control of grasshoppers and locusts. *Memoirs of the Entomological Society of sciences*, 90P.

ZERGOUN, Y. 1994. Bioécologie des Orthoptères dans la région de Ghardaïa régime alimentaire d'*Acrotylus patruelis* (HERRICH-SCHAEFFER, 1838) [Orthoptera–Acrididae]. *These de magister, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, Algérie*, 1994.