

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 vie

Département de biologie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master

Protection des végétaux Science agronomiques

## **THEME**

# **Enquête sur les biotopes de grégarisation et de multiplication du Criquet pèlerin dans le sud algérien.**

**Présenté par :**

**BENABBAS Noujoud**

**AMIEUR Nassima**

**Devant les jurys :**

<b>Dr. ZARGOUNE Y.</b>	<b>MCA</b>	<b>U. Ghardaïa</b>	<b>Président</b>
<b>Dr. KHENE B.</b>	<b>MCA</b>	<b>U. Ghardaïa</b>	<b>Examineur</b>
<b>Pr. BENRIMA A.</b>	<b>Pr.</b>	<b>U. Ghardaïa</b>	<b>Promotrice</b>
<b>Mr GUIRAA F.</b>	<b>Doctorant</b>	<b>U. Ghardaïa</b>	<b>Co- promoteur</b>

Année universitaire: 2023/2024

## REMERCIEMENTS

*En premier lieu, Nous remercions DIEU le tout Puissant de nous avoir accordé le courage, la force et la patience de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance et remerciements à Mme BENRIMA A., Professeur l'université de Ghardaïa, qui a fait preuve de volonté et a été d'un grand apport pour l'accomplissement de notre travail et Mr GUIRAA Fayçal d'avoir accepté le co encadrement de ce travail*

*Nous remercions également Mr ZARGOUN YOUSSEF maitre de conférences A à l'université de Ghardaïa pour nous avoir honoré en acceptant de présider le Jury de cette mémoire.*

*Nous voudrions également exprimer nos vifs remerciements au membre du jury qui a bien voulu jugé ce travail à savoir : Mr KHEN BACHIR maitre de conférences A à l'université de Ghardaïa.*

*Nous remercions également Dr LAZAR, directeur de l'INPV (El-Harrach-Algérie), d'avoir accepté de nous recevoir à l'INPV et d'avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de ce travail.*

*Il nous est très agréable de remercier également Dr BELLATRACHE MOHAMED chef de services contrôle et suivi technique et qui nous a été d'une grande aide dans l'accomplissement de ce travail.*

## **Dédicaces**

**BENABBAS Noujoud**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à ma mère MESSITFA Zohra.*

*Je dédie mon modeste travail à mon père AMIEUR Mohamed. Je dédie cette travail à ma grand-mère BENCHAA Amora et mes grands-parents, que Dieu ait pitié deux et leur pardonne.*

*Mes dédicaces vont à ma sœur Souad, son mari et ses enfants Safwan et Amina et Abdelmalek.*

*Mes dédicaces vont à ma sœur, que Dieu ait pitié d'elle Malak.*

*Je dédie aussi mon travail à mes frères Abdelwahab Nouredine et youssef.*

*Je dédie ce modeste travail à la femme de mon frère Hajer et ses enfants Rinad et Arij.*

*Mes dédicaces vont à mes amies Meriem Ikram Kawthar mon ami et partenaire dans ce travail Benabbas Noudjoud.*

*Je dédie ce modeste travail à toute ma famille et tous mes proches.*

AMIEUR Nassima

## Résumé

### Enquête sur les biotopes de grégarisation et de multiplication du criquet pèlerin dans le sud algérien.

Ce travail consiste à l'étude **d'enquête**, principalement, des facteurs écologiques limitant la présence acridienne au sud algérien, et la cartographie pour le suivi de la dynamique de la population acridienne durant l'année de **2023**. Cette étude a été réalisée, sur la base des données **d'archive** des prospecteurs de l'INPV et des outils modernes disponibles au niveau de l'INPV tels que le GPS (Global positioning system), le système d'information géographique (RAMSES), les appareils de transmission satellitaire des informations acridiennes (Elocust3). Les données de végétation et acridienne ainsi que climatique sont basés sur les observations effectuées par les prospecteurs de l'INPV en Algérie. Selon les cartes qui ont suivi la dynamique des populations et la situation acridienne pour l'année **2023**, les prospecteurs ont déployé 42 équipes terrestres et 7 équipes aériennes pendant la phase estivale dans les milieux vitaux de l'extrême sud touchés par les pluies estivales et au sein des zones agricoles irriguées du centre du Sahara. Durant les mois de février et septembre, aucune activité acridienne n'a été signalée. Une superficie totale de 798 hectares a été traitée au cours du mois de juin. Un traitement total de 1 273 hectares a été effectué en mai 2023 et en novembre 2023, et une superficie de 10 hectares à Ain Guezzam,. En décembre, une superficie de 25 hectares a été traité à Tamanrasset. Concernant les autres mois, les prospections ont permis de déterminer la localisation des criquets, constitués d'insectes adultes solitaires, disséminés dans les zones agricoles d'Adrar, Tamanrasset, Bordj Badji El Mokhtar et Ain Guezzam. Il est possible de distinguer les zones de reproduction dans le Sahara algérien dont les plus importantes se situent dans les régions de Tamanrasset et d'Adrar, notamment les zones de pivots et au niveau d'Ain Guezzam.

Les zones de reproduction se distinguent dans tout le désert algérien et sont représentées par des espèces végétales cultivées, notamment dans la région d'Adrar, et des plantes spontanées de vallée dans la région de Tamanrasset. Les biotopes les plus favorables à la grégarisation du Criquet pèlerin se situent entre le Sahara central et le Sahara méridional. Dans ces zones d'écoulement, la végétation s'assèche progressivement, offrant le plus souvent de bonnes conditions de multiplication à *S. gregaria* suivies de conditions favorables à la densation.

**Mots clés :** Criquet pèlerin, cartographie, distribution, zones de reproductions, Sahara Algérien.

## **Abstract**

### **Investigation into the biotopes of grangerization and multiplication of the desert locust in southern Algeria.**

This work focuses primarily on studying the ecological factors limiting the presence of locusts in southern Algeria and mapping to monitor the dynamics of the locust population during the year 2023. This study was conducted based on data from the National Institute of Plant Protection (INPV) surveyors and modern tools available at the INPV, such as the Global Positioning System (GPS), the Geographic Information System (RAMSES), and satellite information transmission devices (Elocust3). Vegetation, locust, and climatic data are based on observations made by INPV surveyors in Algeria. According to the maps tracking the population dynamics and locust situation for the year 2023, the surveyors deployed 42 ground teams and 7 aerial teams during the summer phase in the vital areas of the extreme south affected by summer rains and within the irrigated agricultural zones in the central Sahara. During the months of February and September, no locust activity was reported. A total area of 798 hectares was treated in June. A total treatment of 1,273 hectares was carried out in May 2023 and November 2023, and an area of 10 hectares in Ain Guezam. In December, an area of 25 hectares was treated in Tamanrasset. Regarding other months, the surveys allowed the determination of the locust locations, consisting of solitary adult insects, dispersed in the agricultural areas of Adrar, Tamanrasset, Bordj Badji El Mokhtar, and Ain Guezzam. It is possible to distinguish the breeding areas in the Algerian Sahara, the most important of which are located in the regions of Tamanrasset and Adrar, notably the pivot zones and in Ain Guezzam. The breeding areas are distinguished throughout the Algerian desert and are represented by cultivated plant species, particularly in the Adrar region, and spontaneous valley plants in the Tamanrasset region. The most favorable biotopes for the gregarization of the Desert Locust are located between the central Sahara and the southern Sahara. In these runoff areas, vegetation gradually dries up, often providing favorable conditions for the multiplication of *S. gregaria* followed by conditions favorable for density increase.

**Key words:** Desert Locust, mapping, distribution, breeding areas, Algerian Sahara.

## ملخص

### دراسة البيئات الحيوية لتجمع وتكاثر الجراد الصحراوي بالجنوب الجزائري.

هذا العمل يتناول دراسة العوامل البيئية التي تحد من وجود الجراد في جنوب الجزائر، ورسم الخرائط لمتابعة ديناميكيات الجراد خلال عام 2023. تم إجراء هذه الدراسة بناءً على بيانات من منقبي المعهد الوطني لحماية النباتات والأدوات الحديثة المتوفرة لدى المعهد مثل نظام المواقع العالمي ونظام المعلومات الجغرافية وأجهزة نقل المعلومات عبر الأقمار الصناعية. تستند بيانات الغطاء النباتي والجراد وكذلك المناخ على الملاحظات التي أجراها منقبو المعهد في الجزائر. وفقاً للخرائط التي تابعت ديناميات التعداد وحالة الجراد لعام 2023، نشر المنقبون 42 فريقاً برياً و7 فرق جوية خلال المرحلة الصيفية في المناطق الحيوية في الجنوب الأقصى المتأثرة بالأمطار الصيفية وداخل المناطق الزراعية المروية في وسط الصحراء. خلال شهري فبراير وسبتمبر، لم يتم الإبلاغ عن أي نشاط جراد. تم معالجة مساحة إجمالية قدرها 798 هكتاراً خلال شهر يونيو. تم تنفيذ معالجة شاملة لمساحة 1,273 هكتاراً في مايو 2023 ونوفمبر 2023، ومساحة 10 هكتارات في عين قزام. في ديسمبر، تم معالجة مساحة 25 هكتاراً في تمنراست. فيما يتعلق بالأشهر الأخرى، سمحت الاستكشافات بتحديد مواقع الجراد، المكونة من حشرات بالغة منفردة، منتشرة في المناطق الزراعية في أدرار، تمنراست، برج باجي مختار وعين قزام. يمكن تمييز مناطق التكاثر في الصحراء الجزائرية والتي تقع أهمها في مناطق تمنراست وأدرار، وخاصة مناطق التكاثر تميزت في جميع أنحاء الصحراء الجزائرية وهي ممثلة بالنباتات. مناطق المحاور وفي عين قزام المزروعة، وخاصة في منطقة أدرار، والنباتات الطبيعية في وديان منطقة تمنراست. تعتبر البيئات الأكثر ملاءمة لتكاثر الجراد الصحراوي تقع بين الصحراء الوسطى والصحراء الجنوبية. في هذه المناطق، تجف النباتات تدريجياً، مما يوفر غالباً ظروفاً جيدة لتكاثر الجراد الصحراوي تليها ظروف ملائمة للتكاثر.

**الكلمات المفتاحية:** الجراد الصحراوي، رسم الخرائط، التوزيع، مناطق التكاثر، الصحراء الجزائرية.

## Liste des figures

Figure 1: Reconnaissance du sexe du criquet pèlerin.....	20
Figure 2 : Cycle biologique du Criquet pèlerin .....	21
Figure 3 : La femelle fore le sol à l'aide de ses valves génitales situées à l'extrémité de l'abdomen, et pond une oothèque.....	23
Figure 4: Limites des aires d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin, et localisation des aires grégarigènes .....	28
Figure 5 : Garmin Oregon 550 / 550t .....	36
Figure 6 :Photo du matériel de la version de eLocust .....	37
Figure 7 :Tablet eLocust 11 pouces Panasonic ToughPad FZ-A1 .....	38
Figure 8 :la structure de RAMSES.....	39
Figure 9 :Méthode de prospection.....	42
Figure 10:Fiche standard de prospection CLCPR/FAO .....	43
Figure 11 :Schéma d'acheminement en utilisant eLocust3 .....	44
Figure 12: Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 janvier2023,.....	49
Figure 13 Etat de la végétation au Sud algérien (janvier2023) .....	50
Figure 14 Situation acridienne dans le Sud algérien (janvier2023) .....	50
Figure 15: Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 février 2023,.....	51
Figure 16:Etat de la végétation dans le Sud algérien (Février2023).....	52
Figure 17:Situationacridienne dans le Sud algérien (février2023). .....	52
Figure 18:Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 mars 2023,.....	53
Figure 19:Etat de la végétation (A) et acridienne (B) dans le Sud algérien (mars, 2023) .....	54
Figure 20: Images d'analyses des précipitations du 11 au 20 avril 2023 (IRI Columbia), .....	55
Figure 21: Etat de la végétation (A) et acridienne (B) dans le Sud algérien (Avril, 2023).....	56
Figure 22: Images d'analyses des précipitations du 22 mai 2023 (IRI Columbia),.....	56
Figure 23 : Etat de la végétation (A) et acridienne (B) dans le Sud algérien (Mai, 2023) .....	57
Figure 24:Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 juin 2023,.....	58
Figure 25:Etat de la végétation dans le Sud algérien (Juin 2023) .....	59
Figure 26: Situation acridienne du Sud algérien juin (2023). .....	59
Figure 27: Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 juillet 2023, .....	60
Figure 28: Etat de la végétation au Sud algérien (Juillet 2023).....	61
Figure 29: Situation acridienne au Sud algérien (Juillet, 2023) .....	61
Figure 30 :Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 août 2023,.....	62
Figure 31: Etat de la végétation au Sud d'Algérie (août, 2023) .....	63



Figure 32: Situation acridienne au Sud algérien (août, 2023) .....	63
Figure 33: image d'analyse des précipitations du 1 au 10 septembre 2023, .....	64
Figure 34 : Etat de la végétation au Sud algérien (septembre 2023) .....	65
Figure 35: Situation acridienne au Sud algérien (septembre 2023).....	65
Figure 36: Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 octobre 2023.....	66
Figure 37: Etat de la végétation dans le sud algérien (octobre 2023).....	67
Figure 38: Situation acridienne au Sud algérien (octobre 2023) .....	67
Figure 39 : Image d'analyse des précipitations du 01 au 10 novembre 2023.....	68
Figure 40: Etat de la végétation au Sud algérien (novembre 2023).....	69
Figure 41: La situation acridienne au Sud algérien (novembre, 2023).....	69
Figure 42: Image d'analyse des précipitations du 01 au 10 Décembre 2023, .....	70
Figure 43: Etat de la végétation au Sud algérien (Décembre 2023).....	71
Figure 44: Situation acridienne au Sud algérien (Décembre 2023).....	71
Figure 41 : L'analyse factorielle des correspondances des espèces végétales recensées au Sud algérien.....	74
Figure 42 : Classification ascendantes hiérarchiques des groupes d'espèces végétales des zones prospectées dans le Sud algérien.....	75

## **Liste des tableaux**

Tableau 1. Répartition des équipes de prospections dans les différentes régions du Sud algérien .....	48
Tableau 2 ; La flore du Sahara algérien lors des prospections de l'année 2023 .....	72
Tableau 3 : Tableau phytosociologique des relevés dans la région d'étude.....	75

## Plan de Travail :

REMERCIEMENTS .....	2
Dédicaces.....	3
Résumé.....	5
Abstract .....	6
ملخص.....	7
Introduction générale.....	14
Chapitre 1 : Données bibliographiques sur le criquet pèlerin.....	17
1.Généralité sur les orthoptères : .....	17
1.1. Position Systématique des orthoptères et du Criquet pèlerin :.....	17
1.2. Morphologie :.....	19
1.3. Cycle biologique du Criquet pèlerin : .....	20
2. Le phénomène de grégarisation chez le Criquet pèlerin .....	23
3. Ecologie et mécanisme des invasions Chez le Criquet pèlerin :.....	24
4. Aire de répartition du criquet pèlerin : .....	25
5. Dégâts aux cultures : .....	28
6. Différents types de lutte antiacridienne : .....	29
Chapitre 2: Matériel et Méthodes de travail.....	35
1. Matériel utilisé : .....	35
1.1 Matériel de prospection et de traitement de données .....	35
1.2. Matériel de campement :.....	39
2. Méthodologie de travail.....	40
2.1. Prospection.....	40
2.2. Conditions de prospection .....	41
2.3. Les informations à récolter par le prospecteur.....	42
2.4. Mode de transmission des informations acridienne et écologique.....	43

2.5. Méthode d'analyse des données de végétation .....	44
Chapitre 3 : Résultats et discussion.....	48
1. Situation acridienne durant l'année de 2023 :.....	48
1.1. Situation acridienne durant le mois de Janvier 2023 :.....	49
1.2. Situation acridienne durant le mois de février 2023 :.....	51
1.3. Situation acridienne durant le mois de mars 2023 : .....	53
1.4. Situation acridienne durant le mois d'avril 2023 .....	54
1.5. Situation acridienne durant le mois de Mai 2023 :.....	56
1.6. Situation acridienne durant le mois de Juin 2023 :.....	58
1.7. Situation acridienne durant le mois de Juillet 2023 :.....	60
1.8. Situation acridienne durant le mois d'aout2023 :.....	62
1.9. Situation acridienne durant le mois de septembre 2023 :.....	64
1.10. Situation acridienne durant le mois de octobre 2023: .....	66
1.11. Situation acridienne durant le mois de novembre 2023 :.....	68
1.12. Situation acridienne durant le mois de décembre2023 :.....	70
2. Caractérisation, par la végétation, des biotopes acridiens au Sud algérien .....	72
2.1. L'analyse factorielle des correspondances.....	73
2.2. Les classifications ascendantes et hiérarchiques .....	74
2.3. Les groupements végétaux .....	75
Discussion.....	80
Conclusion .....	85
Références bibliographiques.....	88

# Introduction générale

## Introduction générale

Les locustes sont de longue date perçus comme une menace majeure pour les ressources agro-pastorales des pays chauds et tempérés, dont ceux situés au Sud du Sahara. Parmi les locustes, le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) de la famille des *Acrididae* et de la sous-famille des *Cyrtacanthacridinae*, a toujours été de loin le plus craint de ces locustes. Le Criquet pèlerin est l'un des ravageurs les plus redoutables à l'échelle planétaire, un véritable fléau. Des chroniques médiévales certifient que ses ravages ont continué de façon ininterrompue, sous forme de crises successives. Quatre facteurs donnent à cet acridien une importance particulière (POPOV et al., 1991)

- sa grande mobilité (le Criquet pèlerin peut parcourir plusieurs centaines de kilomètres par jour),
- la fréquence élevée de ses invasions (deux à quatre par siècle),
- sa voracité (le Criquet pèlerin est réputé consommer son propre poids de matière végétale fraîche par jour),
- sa polyphagie, en phase grégaire (absence de discrimination alimentaire de sorte que pratiquement toutes les plantes cultivées ou sauvages risquent d'être attaquées).

Les premiers écrits en font mention il y a plus de 3 000 ans (la Tourah, la Bible et le Coran). La citation de ce fléau est faite sous forme d'une sanction de Dieu dont l'exemple le plus connu est la huitième plaie d'Égypte dans la Bible (Éxode, X, 13-15) et la seconde des Cinq sanctions de Dieu dans le Coran (Partie 9, *Hisbe 17* « *Kale Elmeloue* », *Sourate Elaerave, Aye 133*).

Le naturaliste romain Pline l'Ancien, dans son Histoire Naturelle (livres X & XXXV) note qu'en 125 avant Jésus-Christ une invasion par des essaims venant du Sahara causa la mort de 800 000 personnes en Cyrénaïque et de 300 000 autres personnes en Tunisie. Par ailleurs, de nombreuses chroniques attestent que ces ravages ont continué du Moyen-Age jusqu'à nos jours sous forme de fléaux intermittents (POPOV et al., 1991).

En période d'invasion, le Criquet pèlerin, en phase grégaire, peut contaminer des territoires d'une superficie allant jusqu'à 29 millions de kilomètres carrés, de la côte occidentale de l'Afrique jusqu'à l'Inde, soit la totalité de l'Afrique du Nord, la Péninsule Arabique et l'Asie

du Sud-Ouest (POPOV *et al.*, 1991). La menace pèse alors sur l'agriculture et les pâturages de plus de 60 pays couvrant près de 25 % des terres émergées, habitée par le dixième de la population mondiale (STEEDMAN, 1988 in GUENDOZ BENRIMA, 2005). Les ravages de ce fléau s'étendent à la majorité des pays arides et semi-arides. DURANTON *et al.* (1982) puis ROFFREY & MAGOR (2003) considèrent que les invasions du Criquet pèlerin constituent un risque intermittent pour environ cinquante pays d'Afrique, du Moyen-Orient et du Sud-Ouest de l'Asie. Ce fléau phytophage peut être extrêmement destructeur et causer des pertes considérables sur les cultures et les pâturages (POPOV, 1968 ; UVAROV, 1977 ; VAN HUIS *et al.*, 2008). La FAO a chiffré les dégâts pour 12 pays pendant la période 1949-1957 à 42 millions de dollars US. Ces chiffres semblent être en deçà de la réalité (POPOV *et al.*, 1991).

La dynamique des populations du Criquet pèlerin alterne des périodes de rémission (phase solitaire), de résurgence, de recrudescence (phase *transiens*) et d'invasion (phase grégaire). En période de rémission, le Criquet pèlerin reste dispersé, sous une forme solitaire ou *transiens*, avec des possibilités de reproduction dans des zones restreintes à moins de 40 % de l'aire d'invasion et couvrant les zones désertiques allant de l'Afrique de l'Ouest au Sud-Ouest de l'Asie (WALOFF, 1962). En cas d'invasion, il menace de façon cyclique l'agriculture et les pâturages d'environ 25 pays dont ceux des pays les plus pauvres du monde (WALOFF, 1962). Ces pays sont localisés dans la partie centrale et aride de sa zone de distribution.

En Algérie, plusieurs études sur les biotopes du Criquet pèlerin ont été entreprises et nous pouvons citer, entre autres: OULD EL HADJ (2004), GUENDOZ-BENRIMA (2002) *et al.*, GUENDOZ-BENRIMA (2005), GUENDOZ-BENRIMA *et al.*, (2007, 2010), DOUMANDJI-MITICHE *et* DOUMANDJI (1994) DOUMANDJI-MITICHE *et al.*, (1996), LAZAR (2005) KAIDI *et al.*, (2017) MAHDJOUBI (2017).

Pour la présentation de notre travail, nous avons présenté les chapitres suivant ; un premier chapitre qui va traiter les données bibliographiques sur le Criquet pèlerin Dans un deuxième chapitre, nous avons présenté le matériel et les méthodes de travail qui sera suivit du chapitre résultats et discussion. Une conclusion sera présenté pour finaliser le document.

# **Chapitre 1 : Données bibliographiques sur le Criquet pèlerin**



# Chapitre 1 : Données bibliographiques sur le criquet pèlerin

## 1. Généralité sur les orthoptères :

Les locustes font partie de la famille des Acrididae qui inclut la plupart des criquets à antennes courtes. Les locustes diffèrent des sauteriaux car ils ont la capacité de changer de comportement, de physiologie et de morphologie, en particulier de couleur et de forme, en réponse à des changements de densité. Les ailés peuvent former des essaims contenant jusqu'à des milliards d'individus, et qui se comportent comme une unité cohérente. Au stade larvaire (dépourvu d'ailes), les locustes peuvent former des bandes. Une bande est une masse cohérente de larves qui persiste et se déplace en tant qu'unité. En général, la plupart des acridiens ne forment ni bandes ni vrais essaims. La distinction entre les locustes et les autres criquets, ou acridiens, n'est cependant pas nette car certains criquets forment des bandes (ex. : *Melanoplus*, *Acridoderes*, *Hieroglyphus* sp.) ou de petits essaims diffus (*Oedaleus senegalensis*). Par contre, des locustes comme le Criquet arboricole n'ont jamais été observés en bandes. (LECOQ, 2012)

### 1.1. Position Systématique des orthoptères et du Criquet pèlerin :

La systématique des orthoptères est définie comme suit :

Règne : Animal

Embranchement : Invertébrés

Classe : Insectes

Super-ordre : Orthoptéroïdes

Ordre : Orthoptères (SYMMONS et CRESSMAN, 2001)

Dans le règne animal, la majorité des espèces connues (environ 80%) est constituée par des animaux à squelette externe ou cuticule et pattes articulées ou arthropodes. Parmi ceux-ci, les insectes sont les plus nombreux (RACCAUD-SCHOELLER, 1980). Les Orthoptères appartiennent au groupe des hémimétaboles, caractérisés par leur métamorphose incomplète

(CHAPUIS, et *al.*, 2014). D'après DIRSH (1965) modifié par UVAROV (1966), l'ordre des orthoptères se subdivise en deux sous-ordre : les Ensifères et les Caélifères. Ces deux sous ordres diffèrent par des caractères morphologiques qui sont classés par ordre d'importance décroissant (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994)

### **Sous- ordre des Ensifères :**

Les espèces qui appartiennent au sous-ordre des Ensifères possèdent les caractères morphologiques suivants :

- Les antennes sont longues et fines en dehors des *Gryllotalpidae*, qui constituant une exception.
- Les femelles possèdent un oviscapte ou appareil de pont bien développé composé de six - valves dont deux internes, deux inférieurs et deux supérieurs.
- Les organes tympaniques sont situés sur la face interne des tibias des pattes antérieures.
- L'organe stridulant du male est situé sur la face dorsale des élytres.
- Les œufs sont pondus isolément dans le sol ou dans les tissus des végétaux.
- Le sous ordres des Ensifères est constitués par trois famille, les *Tettigoniidae*, les *Gryllidae* et les *Stenopelmatidae* (CHOPARD, 1943).

### **Sous-ordre des Caélifères :**

Les Caélifères ont des antennes courtes bien que multiarticulé. Les larves génitales des femelles sont robustes et courtes. L'organe stridulatoire du male est constitué par une crête du fémur postérieur frottent sur une nervure intercalaire des élytres. Les organes tympaniques sont situés sur le coté de première segment abdominale. Les œufs sont généralement pondus en masse, enrobé ou surmontée de matière spumeuse, et enfouis dans le sol par la pénétration presque totale de l'abdomen (DURANTON et *al.*, 1982). Le sous-ordre des Caélifères présent trois superfamilles : les *Tridactyloidea*, les *Tetrigoidea* et les *Acridoidea*.

### **Classification du Criquet pèlerin**

La systématique du Criquet pèlerin se présente comme suite

Ordre Orthoptera

Sous-ordre : Caelifera

Infra-ordre : Acrididea

Super-famille : *Acridoidea*

Famille : *Acrididae*

Sous-famille ; *Cyrtacanthacridinae*

Tribu : *Cyrtacanthacridini*

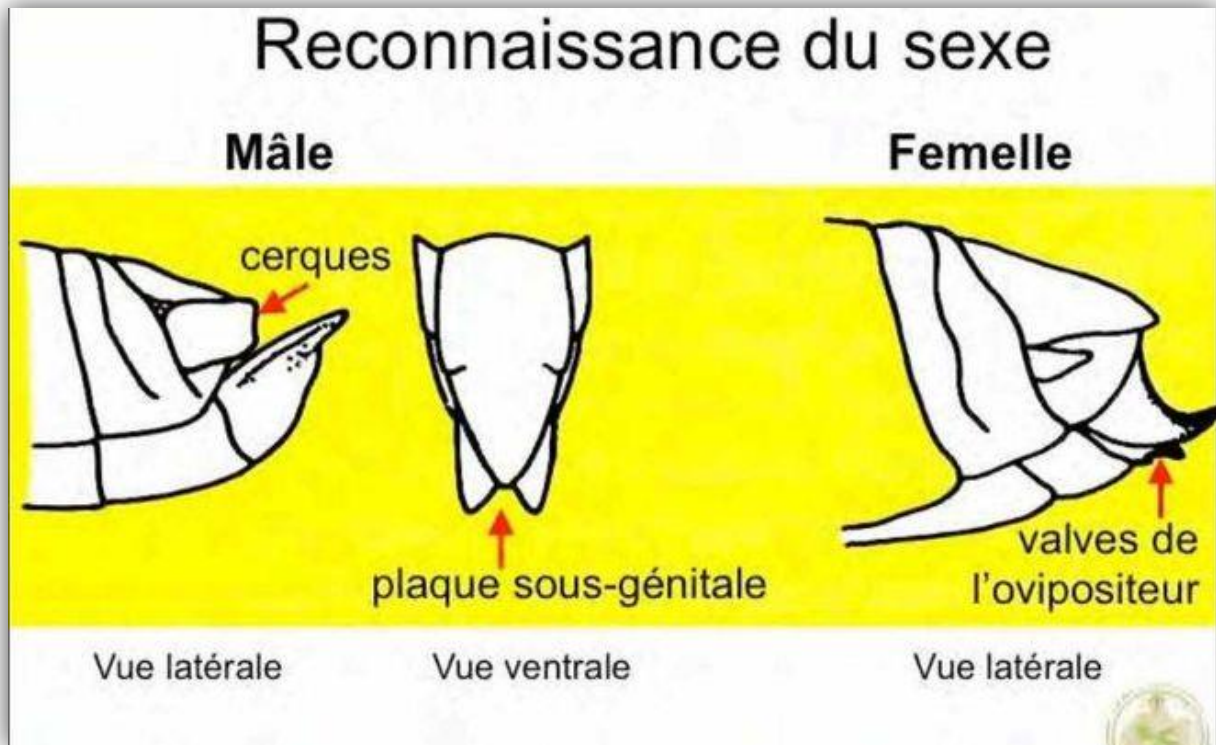
Genre : *Schistocerca*

Espèce : *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)

## 1.2. Morphologie :

On insistera sur les critères permettant de reconnaître le sexe du criquet et l'on remarquera, chez le mâle, deux caractères typiques du Criquet pèlerin (fig. 1): la forme des cerques et celle de la plaque sous-génitale. On reconnaît le sexe d'un criquet en observant l'extrémité abdominale. Chez les mâles, on ne voit qu'un repli couvrant toute la partie inférieure de l'extrémité de l'abdomen : la plaque sous-génitale. Chez la femelle, les valves génitales dorsales et ventrales, généralement durcies et sombres, sont nettement visibles. L'ensemble de ces valves constitue l'organe de ponte ou oviscapte.

Taille : mâle 60 à 75 mm de long, femelle 70 à 90 mm Coloration générale du corps (LECOQ, 2012)



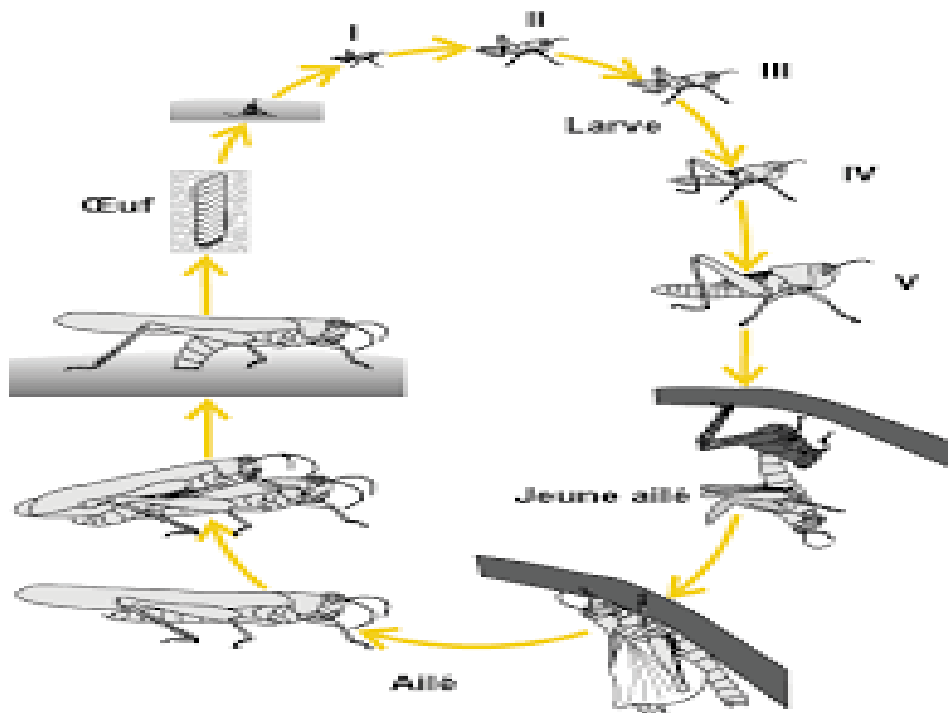
(SYMMONS et CRESSMAN, 2001)

**Figure 1: Reconnaissance du sexe du criquet pèlerin.**

### 1.3. Cycle biologique du Criquet pèlerin :

Le Criquet pèlerin, comme tous les autres acridiens, passe par trois stades successifs : l'œuf, la larve (ou nymphe) et l'ailé (voir Fig. 2).

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



(**SYMMONS** et CRESSMAN 2001).

**Figure 2 : Cycle biologique du Cricquet pèlerin**

#### **Ponte :**

Dure plusieurs heures ; les trous de pontes sont nettement visibles et la grappe d'œufs est recouverte jusqu'à la surface par une substance spongieuse que secrète la femelle et qui se solidifie à l'air ; chaque femelle dépose en moyenne, en plusieurs jours, 3 à 4 pontes. Elle peut être fécondée à plusieurs reprises et peut déposer jusqu'à dix oothèques au cours de sa vie.

L'incubation varie selon la température et l'humidité du sol. Elle est en moyenne, dans nos régions, de 13 à 15 jours, car le sol atteint facilement 50 degrés centigrades en surface et son taux d'humidité est très élevé en raison des pluies fréquentes. A la sortie de l'œuf, chaque jeune larve est enveloppée d'une membrane blanc-verdâtre dont elle se débarrasse par des mouvements de reptation en traversant la matière spongieuse jusqu'au niveau du sol. L'éclosion se produit en général durant les heures chaudes de la matinée. Dans un même champ de ponte, les éclosions sont en général massives et de grosses masses de petits criquets noirâtres s'accumulent au pied des touffes d'herbes ou des plantes cultivées. Il arrive que les éclosions s'échelonnent sur plusieurs jours, en raison des variations de durée d'incubation supportées par les œufs qui peuvent être dues à des conditions différentes de chaleur et d'humidité. La jeune larve ou criquet est à la naissance de couleur blanche jaunâtre, verdâtre, crème ou rosée ; elle devient rapidement noire en quelques heures. Au bout de quelques jours,

on distingue nettement une tache de couleur jaune sale et en forme de chevron sur le thorax, ainsi que quelques taches jaunâtres sur la tête, l'abdomen et les fémurs. Au début des éclosions tous les jeunes criquets restent groupés, agrégés en masses noires de faible surface autour déplantées tapissant le sol. Ils sont à ce moment-là, facilement vulnérables, car ils sont très sensibles à l'action des insecticides organiques (le HCH poudre à 25 % à la dose de 15 K/ha les tue en 15-20 minutes) (MALLAMAIRE et ROY, 2011).

Pendant la durée du premier âge qui est de sept jours en moyenne, les criquets demeurent sur les lieux de ponte où ils sont nés et consomment la végétation qui les abrite. Ils peuvent occasionner quelques dégâts aux arachides, niébés, mil, sorgho, maïs ; en général ils sont peu voraces. Ce n'est qu'après cette première semaine de vie qu'ils commencent à se déplacer.

Les criquets du premier âge atteignent 8 à 10 mm de longueur à leur complet développement.

Afin de pouvoir s'accroître, les criquets, pourvus d'un exosquelette chitineux rigide, muent. Ils changent de peau et passent d'un seul coup à la taille supérieure. Il y a ainsi 5 mues (la première entre la sortie de l'œuf et le premier âge, étant considérée comme intermédiaire) qui séparent chacune un stade différent ; les trois premiers sont considérés comme des stades larvaires proprement dits et les deux derniers comme des stades nymphaux. Au moment de la mue, le criquet cesse de s'alimenter et en général demeure plus ou moins immobile, accroché aux chaumes ou rameaux près du sol. (MALLAMAIRE et ROY, 2011).

La mue se produit lorsque la larve a atteint le double de son poids initial pour les trois âges larvaires et le quadruple pour les deux âges nymphaux. La larve du deuxième âge qui a une durée de cinq à six jours mesure en moyenne 15 mm de longueur ; sa coloration est la même que celle du premier âge c'est-à-dire qu'elle a une apparence noirâtre. Toutefois, le jaune sale est remplacé par une teinte rose saumon, léger pointille jaune, une tache rouge-orange, en arrière des yeux, de chaque côté de la tête ; sur chaque anneau de la face dorsale de l'abdomen apparaît une tache blanche triangulaire. Enfin, à l'emplacement des ailes, une tache noire apparaît de chaque côté du thorax. Les criquets du deuxième âge commencent à former des petites colonnes qui s'avancent dans une direction bien déterminée et peuvent couvrir plusieurs centaines de mètres par jour. Les dégâts deviennent plus sensibles. (MALLAMAIRE et ROY 2011).

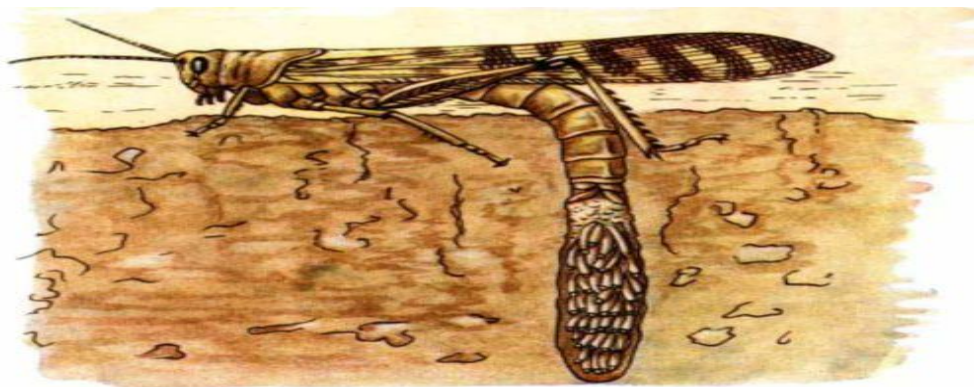
La larve du troisième âge qui a une durée de six à sept jours, mesure 16 à 17 mm de longueur moyenne. Sa coloration est analogue à celle de deuxième âge, mais les couleurs sont plus

accusées. Le pointillé jaune s'accroît sur le thorax surtout, tandis qu'une ligne blanche apparaît sous l'abdomen. (MALLAMAIRE et ROY, 2011).

Aux deux taches noires apparues sur le thorax succèdent des rudiments d'élytres et d'ailes sous forme de lamelles noires à bords arrondis, à reflets violacés (MALLAMAIRE et ROY, 2011).

Les déplacements des bandes larvaires deviennent plus importants et les dégâts augmentent avec la taille des larves. Les nymphes du quatrième âge qui dure de huit à neuf jours mesurent environ 28 mm de longueur moyenne ; la couleur générale commence à se modifier, l'insecte devient noir taché de jaune verdâtre à la fin du stade. La ligne blanche de l'abdomen devient très apparente, la bande noire dorsale est plus nette et la tachée chevron s'atténue. Les rudiments d'élytres et d'ailes qui étaient apparus s'allongent en lamelles triangulaires de couleur jaune-vert, rayées longitudinalement par des lignes noires.

Les nymphes sautillantes commencent à être très mobiles et peuvent parcourir plus d'un kilomètre par jour ; elles sont aussi très voraces et consomment tout ce qui est à portée de leurs mandibules. (MAHDJOUBI, 2018).



(SYMMONS et CRESSMAN, 2001)

**Figure 3 : La femelle fore le sol à l'aide de ses valves génitales situées à l'extrémité de l'abdomen, et pond une oothèque.**

## **2. Le phénomène de grégarisation chez le Criquet pèlerin**

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. En décrivant les habitats abritant ce criquet, il est essentiel de développer des stratégies pour son contrôle. Il convient de noter que ses exigences écologiques les plus importantes sont observées chez des populations d'individus solitaires. Le criquet pèlerin peut se rencontrer en phase solitaire, mais en raison de conditions climatiques favorables, il se multiplie rapidement et atteint progressivement la phase grégaire (UVAROV, 1966). Les facteurs impliqués dans transformation phasaire, comprennent non seulement les conditions climatiques (UVAROV, 1966), mais aussi l'effet de la structure de la végétation (BABAH et SWORD, 2004; DESPLAND *et al.*, 2000).

### **3. Ecologie et mécanisme des invasions Chez le Criquet pèlerin :**

Quand les conditions écologiques deviennent défavorables dans une des zones potentielles, les populations acridiennes solitaires qui s'y trouvent se déplacent (voir nocturne), à la recherche de conditions propices pour multiplication, vers l'une des autres régions grégarigènes. Il y'a donc une complémentarité entre les zones orientale, centrale et occidentale de reproduction du Criquet pèlerin. (CHARA, 1998).

L'échange de populations solitaires entre milieux grégarigènes se trouve en période d'invasion. En effet les déplacements (généralement diurne) des essaims sont réglés par les mêmes facteurs qu'influent sur les mouvements des individus solitaires avec toutefois, une extension de l'aire de reproduction qui englobera alors, pour les multiplications hivernaux-printanières le Nord de la Mauritanie (Taris et le Zemmour), le Sahara Occidentale et tous les pays d'Afrique du Nord et pour les reproductions estivales l'ensemble des territoires des zones Guinéenne, Sahélo-guinéenne et Sahélienne. (CHARA, 1998 ; DURANTON et LECOQ, 1990).

La zone grégarigène centrale (bordure Est et Ouest de la mer rouge) constitue le réservoir principal de production des essaims en périodes de rémission et d'invasion. En effet, dans cette région, qui bénéficie des pluies hivernaux- printanières et estivales les reproductions sont presque permanentes. (CHARA, 1998).

La grande majorité des essaims qui se forment en saison hivernaux- printanières dans la zone centrale de l'aire d'invasion commencent, dès le mois de mai, à se déplacer vers l'Ouest et l'Est pour rejoindre les régions occidentales de l'aire d'invasion en vue de se multiplier en saison des moussons. (DURANTON *et al.*, 1982).



Quand les conditions écologiques sont favorables, les populations acridiennes grégaires qui évoluent vers l'Ouest produisent une première génération estivale dans les régions Ouest du Soudan de l'Ethiopie et de la Somalie. Les essaims qui émanent de ces multiplications envahissent alors dans un premier temps le Tchad courant le mois d'aout et dans un second temps le Niger, le Mali et la Mauritanie. Dans ces pays, une deuxième génération estivale s'accomplie et donne naissances à des essaims immatures qui commencent à envahir, par cinq principaux couloirs de passage, les pays d'Afrique du Nord à la fin Septembre début Octobre pour amorcer la reproduction hivernaux- printanières. ((DURANTON *et al.*, 1982 ; CHARA, 1998 ; GUENDOOUZ BENRIMA, 2005).

Ces formations acridiennes atteignent alors les contreforts de l'Atlas saharien en Algérie, le Sud et le Sud-est marocain et même la Vallée du Sousse, la Libye et la Tunisie. En Algérie, ces essaims ne franchissent généralement pas l'Atlas Saharien qui constitue à cette époque de l'année une barrière thermique et Orographique. Toutefois, à la faveur de conditions climatique particulières (persistance de températures élevées et vents chauds et du Sud, du Sud-ouest et du Sud-est). Il arrive que les essaims atteignent les hautes plaines steppiques et même les zones côtières ; ce qui s'est d'ailleurs produit en 1987 (CHARA, 1998).

Les pays de l'Afrique du Nord reçoivent, à partir de la Février, une deuxième vague d'essaims qui provient des régions Nord de la Mauritanie et du Sahara Occidental. Ces populations de criquets progressent, tout en se produisant, par étapes vers les zones telliennes. De la même zone, des essaims peuvent redescendre vers le Sud et le Sud-est pour envahir les pays situés dans les zones sahéliennes, sahélo-guinéenne et guinéennes (DURANTON & LAUNOIS., 1980 ; CHARA, 1998).

Les mouvements de retour vers la zone de reproduction estivale se fond, à partir des pays d'Afrique du Nord, en général vers la fin du mois de Mai et cycle recommences (DURANTON *et al.*, 1982, CHARA, 1998).

#### **4. Aire de répartition du criquet pèlerin :**

##### **Aire d'invasion :**

Une invasion acridienne est dite généralisée lorsque des pullulations et des grégarisations couvrent l'ensemble d'un pays ou plusieurs domaines écologiques continentaux. On trouve alors en tous lieux des acridiens en grand nombre provoquant des dégâts sévères

sur les cultures, les pâturages et la végétation naturelle (LECOQ et al., 2003 in KAIDI, 2004). D'après KAIDI (2004), le déclenchement d'une invasion généralisée ne se réalise pas au cours d'une seule année, à moins d'un enchaînement exceptionnel de circonstances. En général, des pullulations locales se produisent de manière éparse. Elles sont suivies de grégarisation chez les locustes et les bandes larvaires, puis les essaims d'ailés qui en résultent, échappent en tout ou partie aux opérations de lutte.

L'arrêt de l'invasion exige des conditions aussi exceptionnelles que le déclenchement. Ceci explique la durée des périodes d'invasion et de rémission complètes (4 invasions généralisées du pèlerin en 50 ans), (KAIDI, 2004).

### **Aires grégarigènes :**

Une aire grégarigène est une région ou un ensemble de régions entre lesquelles se font des échanges réguliers de populations, aboutissant certaines années à des grégarisations importantes pouvant donner naissance à une invasion généralisée, (ABDERRAHMANE, 2003).

D'après le même auteur au sein de l'Aire grégarigène, les lieux où s'accomplit effectivement la grégarisation (ou prennent naissance les bandes larvaires et les essaims primitifs) s'appellent les foyers de grégarisation. Les principales aires grégarigènes dans le cas du Criquet pèlerin sont :

La frontière indopakistanaise : où les systèmes de vents favorisent des concentrations importantes de populations.

Les bords de la mer Rouge et du Golfe d'Aden : où le régime des pluies peut fournir des conditions compatibles à la reproduction tout au long de l'année.

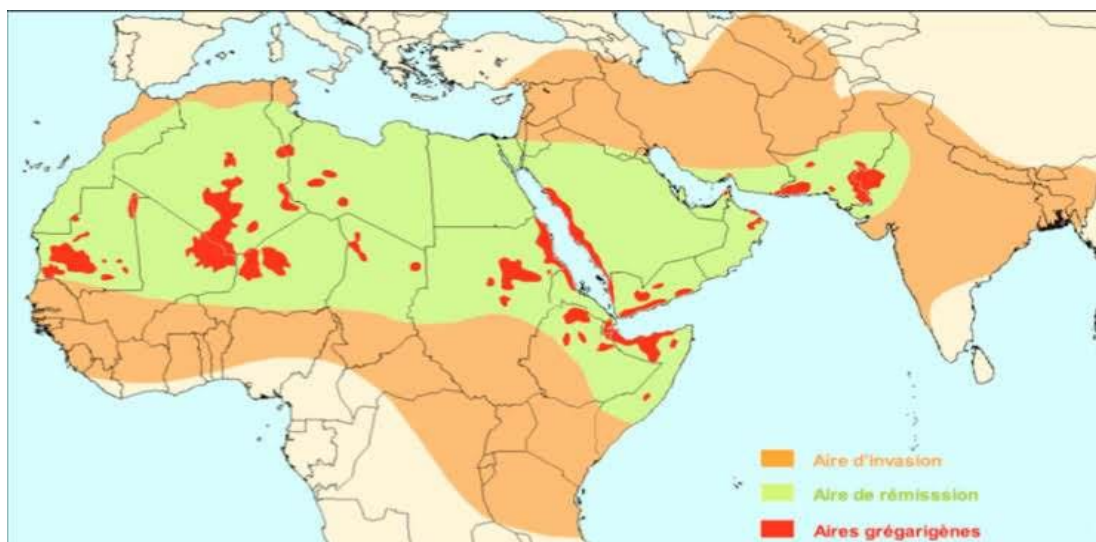
La bordure de certains massifs montagneux : où les phénomènes d'écoulement favorisent la création de sites favorables (massifs du Sahara central et méridional, bordure sud de l'Atlas, bordure ouest des montagnes de l'Oman, vallées du Makran au Pakistan et en Iran). C'est essentiellement dans ces zones qu'ont lieu les premières étapes de la transformation phasaire conduisant à une invasion généralisée (DURANTON et LECOQ, 1990).

**-La région occidentale :** zones frontalières Alger-Nigéro-Maliennes et le centre, le Sud-Est et le Centre-Ouest de la Mauritanie.

**-La région centrale** : zones côtières de la mer rouge et du Golf d'Aden.

**-La région orientale** : zones frontalières Indopakistanaïses.

Les biotopes favorables sont dispersés au bord de massifs sahariens méridionaux et centraux (le Tibesti, l'Ennedi, le Tassili N'Ajjer, le Hoggar, l'Adrar des Iforas, l'Aïr Tamesna, l'Adrar Mauritanien et Zemmour), (LAUNOIS LUONG et POPOV ,1992)



(SWORD et al., 2010).

**Figure 4: 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.

## 5. Dégâts aux cultures :

Les criquets pèlerins sont des herbivores voraces qui peuvent consommer jusqu'à leur poids corporel en nourriture par jour. Ils s'attaquent à une large gamme de cultures, notamment les céréales, les légumes, les fruits et les arbres fruitiers. Une invasion de criquets pèlerins peut dévaster des récoltes entières et entraîner des pertes de production importantes. (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) Algérie (POPOV et al., 1991)).

### Impact économique

Les dégâts causés par les criquets pèlerins aux cultures peuvent avoir un impact économique important sur les agriculteurs et les communautés rurales. Les pertes de récoltes peuvent entraîner une baisse des revenus, une augmentation des prix des denrées alimentaires et une insécurité alimentaire. En outre, les invasions de criquets pèlerins peuvent également avoir un impact négatif sur le tourisme et les autres secteurs économiques. (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) Algérie (FAO, 2009)).

## Coûts de lutte contre les criquets pèlerins

La lutte contre les criquets pèlerins est une opération coûteuse qui nécessite des ressources importantes en termes de personnel, de matériel et de pesticides. Les coûts de lutte antiacridienne peuvent varier en fonction de l'ampleur de l'invasion et des méthodes de lutte utilisées (CHARA, 1998)

En Algérie, les invasions de criquets pèlerins peuvent causer des dégâts économiques importantes. Les pertes de récoltes peuvent entraîner une baisse des revenus, une augmentation des prix des denrées alimentaires et une insécurité alimentaire. Les coûts de lutte antiacridienne peuvent également être importants. (Organisation des nation unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAQ)(ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) Algérie

### **Voici quelques exemples des dégâts et de l'impact économique des invasions de criquets pèlerins en Algérie :**

En 2004, une invasion de criquets pèlerins a causé des dégâts estimés à 100 millions de dollars US aux cultures en Algérie.

En 2010, une autre invasion de criquets pèlerins a causé des dégâts estimés à 50 millions de dollars US aux cultures en Algérie.

En 2020, une invasion de criquets pèlerins a menacé de causer des dégâts importants aux cultures en Algérie, mais a été maîtrisée grâce à des efforts de lutte antiacridienne intensifs. (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAQ) (ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) Algérie

## **6. Différents types de lutte antiacridienne :**

Selon DURANTON et *al.*, (1987), la stratégie de la lutte antiacridienne consiste en la coordination des actions et des manœuvres dans le but d'enrayer les départs d'invasion, de réduire l'ampleur des pullulations et si possible, d'empêcher leur apparition. Elle ne peut être menée à bien qu'en combinant harmonieusement tous les moyens de lutte.

### **a-Lutte préventive :**

La lutte préventive vise à empêcher la formation d'un départ d'invasion par la surveillance des aires grégarigènes et des conditions météorologiques (LECOQ, 1991 ; LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1993).

L'existence d'aires grégarigènes et la succession de périodes d'invasion et de rémission permet d'envisager une lutte préventive dont le but est de prévenir tout départ d'invasion puisque l'on sait qu'une fois l'invasion déclenchée, celle-ci est très difficile à arrêter (DURANTON et LECOQ, 1990).

D'après RACHADI (1990), l'objectif à ne pas perdre de vue est d'empêcher le Criquet d'enclencher un processus de grégarisation, elle revêt deux aspects :

- La prospection dans les zones grégarigènes
- Les traitements des foyers de grégarisation.

### **b-Lutte physique :**

Elle comporte deux formes de lutte, lutte mécanique et lutte thermique. La lutte mécanique se traduit par la destruction des nids par le labour, les larves et les ailés par battage, écrasement et ramassage à la main quand les insectes sont encore engourdis par le froid et l'humidité. La lutte thermique utilise des appareils à feu (lance-flambeurs).

Selon LAUNOIS-LUONG et *al.*, (1988 in ABDOULAYE, 2000). Ces deux méthodes ne concernent que de petites étendues facilement accessibles, mais les essaims sont détruits par la lutte chimique.

### **c-Lutte écologique :**

La lutte écologique consiste à modifier l'environnement au désavantage de l'acridien et si possible au bénéfice de l'homme. Cela suppose une connaissance approfondie du tempérament écologique de chaque espèce acridienne (DURANTON et *al.*, 1987).

Selon les mêmes auteurs, les avantages attendus de ce type de lutte sont évidents : apparition d'un nouveau ravageur de remplacement, altération des chaînes alimentaires. Déséquilibre de l'agro système. Les moyens utilisés sont par exemple : -L'inondation temporaire de certains sites de reproduction. -Les semis des plantes répulsives. -La suppression des jachères.

#### **d-Lutte chimique :**

La plupart des opérations antiacridiennes réalisées au cours des quarante dernières années ont été effectuées à l'aide d'insecticides chimiques conventionnels (organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthriinoïdes). Ces insecticides agissent par contact direct (les gouttelettes tombant sur les Criquets), par contact secondaire (les Criquets entrant en contact avec les gouttelettes déposées sur la végétation) ou par ingestion (les Criquets ingérant la végétation traitée). Les insecticides sont généralement neurotoxiques, c'est-à-dire qu'ils tuent les Criquets en agissant sur son système nerveux (DOBSON, 2001).

#### **e- La lutte chimique :**

S'avère néfaste pour l'environnement, l'entomofaune auxiliaire et elle induit le développement de résistance chez les Criquets en vers les acrididés, sans oublier qu'elle contribue à la pollution du sol et des eaux due aux résidus toxiques des produits chimiques (DURANTON et al, 1987).

D'après ABDERRAHMANE (2003), des écosystèmes fragiles des régions désertiques et semi désertiques ont souvent été largement touchés par des pulvérisations massives de produits toxiques. A partir de là, certains pesticides très efficaces tels que la dieldrine ont été délaissés pour leurs risques de toxicité envers l'environnement et la santé humaine. D'autres matières de remplacement ont été proposées (DURANTON et al., 1987).

#### **Lutte biologique :**

La lutte biologique est une stratégie qui consiste à employer des parasites et des prédateurs, organismes pathogènes ou plantes acrididés utiles pour réduire ou détruire des populations de ravageurs.

#### **Les parasites :**

Les parasitoïdes sont des insectes dont les larves se développent au dépens d'un autre arthropode alors que les adultes sont libres. Ce sont des organismes parasites pendant une partie de leur existence.

#### **Les prédateurs :**

Invertébrés :

Parmi les arachnides, les araignées, les solifuges et les scorpions jouent un rôle non négligeable dans la limitation des populations acridiennes. Au Sahara d'Algérie, il faut mentionner deux espèces de scorpions. *Androctones australis* et *A. amoreuxi* comme ennemis potentiels de *Schistocerca gregaria* (DOUMANDJI et DOUMANDJI MITICHE, 1994). Parmi les insectes, il faut noter l'activité remarquable des mentes telles que *Riverina faciata*, *Sphodromantis viridis* et *Mantis religiosa*.

### **Vertébrés :**

Les reptiles consomment à l'occasion les larves de criquet. Les acanthodactyles sont actifs de ce point de vue. On y trouve *Acanthodactyles paradis*. Il faut noter aussi le lézard vert *Lacertaviridis* et l'agame, *Agama mutabilis*. Parmi les oiseaux, on cite souvent la cigogne blanche *Ciconiaciconia*, le héron garde-boeuf *Bubulcus ibis*, le rolleur d'Europe *Coracia garrulus*, les rapaces nocturnes *Tytoalba*, *Strixaluco*, *Athenanoctua* et le faucon crécerelle *Falco tinnunculus* (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994).

Parmi les mammifères, il ya le chacal doré *Canais aureus*, le hérisson d'Algérie *Erinaceus algerus* et la genette *Genette genette*.

### **Les agents pathogènes :**

Les agents pathogènes sont des organismes qui provoquent des maladies ceux qui infectent les insectes sont appelés entomopathogènes. Les groupes les plus importants sont les virus, les bactéries, les champignons et les protozoaires. Les micro-organismes pathogènes agissent en causant une maladie chez l'hôte qu'ils infectent. Dans le cas de ceux qui nous intéressent, la maladie est normalement mortelle (CLOUTIER et CLOUTIER, 1992).

### **Les plantes acrididés ou acridifuges :**

Plusieurs espèces végétales ont été étudiées afin de testés leurs efficacités sur les acridiens pour une éventuelles utilisation dans la lutte contre les phytophages, citant par exemple : *Milia* ; le neem, l'harmale, l'eucalyptus, le pommier de soudan, etc. Des substances toxiques ont été isolées des végétaux de famille botaniques différentes mais surtout des Astéracée, où on retrouve toute une gamme de molécules toxiques tel que : Furanocoumarins, alkaloïdes furanoquinolines, alkaloïdes bêta-carbolines, polyacétylènes et leurs dérivés thiophènes, et quinones. Ces composés peuvent avoir divers effets : Phagorépression, réduction de la prise de nourriture, engendre des lésions cuticulaires et des mues anormales,



peuvent retarder le développement larvaire, peut être ovicides ou bien être carrément mortelles. (PHILOGENE, 1991 *in* KEMASSI, 2014).

## Chapitre 2 ; Matériel et méthodes de travail

## **Chapitre 2: Matériel et Méthodes de travail**

Notre travail consiste à exploiter les données d'observations réalisées par les prospecteurs de L'INPV dans le cadre de la lutte antiacridienne. Nous avons exploité les données de 2023 au niveau du siège de L'INPV d'El Harrach. Nous avons cartographié des situations acridiennes et de végétation durant toute l'année de 2023. Pour cela, nous avons effectué 04 séjours au niveau de l'INPV d'El-Harrach entre janvier 2024 et avril 2024

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 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, 2024).

Dans une autre partie d'étude, nous avons caractérisé les biotopes acridiens du Sud algérien en étudiant la végétation qui a été citée par les prospecteurs de l'INPV lors de leurs prospections dans les différents secteurs algériens. Nous allons présenter le matériel et les méthodes qui ont été utilisés par les prospecteurs sur terrain lors de leurs sorties en vue de cerner les conditions favorables aux pullulations du Criquet pèlerin dans le Sud algérien.

### **1. Matériel utilisé par les prospecteurs :**

#### **1.1 Matériel de prospection et de traitement de données**

Les prospecteurs sur terrains utilisent le matériel suivant : la boussole, le GPS, des cartes, une loupe, le filet de capture, les boîtes pour échantillons, le formulaire de prospection (ou elocust)

## GPS :

Le Système de positionnement global (GPS) joue un rôle essentiel dans la lutte contre les invasions des acridiens, nuisibles redoutables pour les cultures et la sécurité alimentaire. En effet, ses données précises et fiables permettent aux équipes de terrain d'effectuer des opérations de prospection et de lutte antiacridienne plus efficaces et efficientes. Les données GPS peuvent être utilisées pour cartographier les zones infestées par les criquets, ce qui permet d'évaluer l'étendue de l'invasion et de cibler les interventions de manière plus précise.

Cela contribue à une utilisation plus efficace des ressources et à une meilleure protection des zones non infestées. (FAO/CLCPRO.2016)



(FAO/CLCPRO, 2016)

Figure 5 : Garmin Oregon 550 / 550t

## eLocust3: Appareil de transmission des informations via satellite :

C'est Un outil innovant pour la lutte contre les criquets pèlerins

eLocust3 est une application mobile développée par la FAO en collaboration avec la société Novacom Services. Elle a pour objectif de faciliter la collecte et la transmission des données sur les criquets pèlerins, en s'appuyant sur la fiche FAO de prospection/lutte (FAO, 2009).

Fonctionnement et caractéristiques :

Intégration dans une tablette robuste : L'application est intégrée dans une tablette Panasonic FZ-A1 - Toughpad, conçue pour une utilisation en terrain difficile.

Autonomie et connectivité : La tablette dispose de sa propre alimentation électrique, permettant aux prospecteurs de travailler indépendamment du véhicule, sauf pour le rechargement de la batterie ou la transmission des données.

Collecte de données hors ligne : La collecte des données peut se faire hors ligne, avec synchronisation ultérieure vers un serveur central.

Géolocalisation GPS : Le système GPS intégré permet de suivre la position du prospecteur en temps réel.

Validation des données : Des règles de validation garantissent la précision et l'exhaustivité des données collectées.

Visualisation des données : Des outils de visualisation permettent aux utilisateurs d'analyser et de comprendre facilement les données collectées.

Génération de rapports : L'application permet de générer des rapports détaillés sur les infestations de criquets pèlerins. (FAO/**CLCPRO**, 2016).



(FAO/**CLCPRO**, 2016).

Figure 6 :Photo du matériel de la version de eLocust

### **Succession des versions :**

eLocust3 représente la dernière évolution d'une série d'applications dédiées à la lutte contre les criquets pèlerins, succédant aux versions eLocust1 et eLocust2.

Avantages de l'utilisation d'eLocust3 :

Amélioration de la qualité des données : Les règles de validation et les outils de visualisation contribuent à la fiabilité des informations collectées.

Gain d'efficacité : La collecte et la transmission hors ligne des données optimisent le temps et les ressources.

Prise de décision éclairée : L'accès aux données en temps réel permet une meilleure gestion des infestations.

Réduction des coûts : L'optimisation des opérations de lutte antiacridienne se traduit par des économies significatives (FAO ;2009).



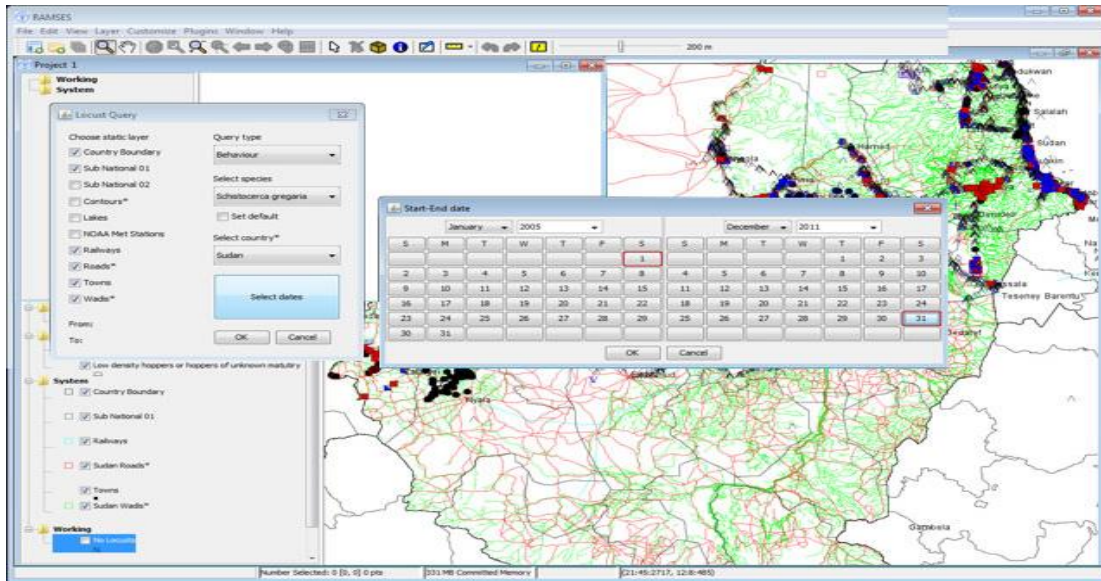
(FAO;2009).

Figure 7 :Tablet eLocust 11 pouces Panasonic ToughPad FZ-A1

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

RAMSES (*Reconnaissance And Management System of the Environment of Schistocerca*) est un logiciel conçu pour aider à la gestion et au contrôle des criquets pèlerins. Il s'agit d'un outil précieux pour les pays touchés par ce fléau, qui peut causer des dommages importants aux cultures et aux moyens de subsistance. RAMSES fonctionne en combinant une base de données et un système d'information géographique (SIG). La base de données stocke des informations sur les criquets pèlerins, telles que leur localisation, leur nombre et leur stade de développement. Ces informations sont collectées par des équipes de terrain lors d'opérations de surveillance et de contrôle. Le SIG utilise ensuite ces données pour créer des cartes qui montrent la distribution des criquets pèlerins. Ces cartes peuvent être utilisées pour suivre la

progression des infestations et pour planifier des opérations de lutte antiparasitaire (FAO, 2009).



(FAO;2009).

Figure 8 :la structure de RAMSES

En 2012, il était devenu clair que le système RAMSESV3 était dépassé. L'émergence de nouvelles technologies, l'obsolescence d'ArcView et les limitations de MS Access ont nécessité une refonte complète du système. L'objectif était de tirer parti des dernières avancées en matière de SIG et de bases de données spatiales, tout en privilégiant des logiciels open source accessibles et personnalisables pour répondre aux besoins spécifiques des pays touchés par les invasions de criquets.

La première version opérationnelle de RAMSESV4 a vu le jour le 1er janvier 2015, marquant une nouvelle ère dans la lutte contre les criquets. RAMSESV4 utilise OpenJump GIS et Post GIS Post greSQL comme base de données spatiale. La publication a coïncidé avec le lancement d'eLocust3 sur une base opérationnelle (FAO, 2009).

## 1.2. Matériel de campement :

Pour leurs campements, chaque équipe de prospecteur utilise le matériel suivant :

2 tentes

4 sacs de couchage

4 moustiquaires 4 lits de camp

4 couvertures

1 Table 4 chaises pliantes

1 caisse popote complète (pour 4 personnes)

2 fûts à eau galvanisés

2 fûts à gasoil

1 trousse de pharmacie d'urgence

2 seaux, jerricanes moyennes et petites, taules, bâches et filet, convertisseurs, torches

Et lampes, pelles...etc.

## **2. Méthodologie de travail**

### **2.1. Prospection**

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. Les prospections acridiennes consistent à recueillir sur le terrain des informations sur les conditions écologiques et sur la situation acridienne. Au cours de ces prospections, des informations complémentaires sont également recueillies auprès des nomades et des agriculteurs (pluies, végétations, signalisations acridiennes).

Le traitement et l'analyse des données collectées permettent de planifier les opérations de prospection et de traitement (si nécessaire) d'une zone dans laquelle se trouve une population acridienne susceptible de se multiplier grâce aux conditions écologiques qui lui sont favorables. Les prospections peuvent être menées à pied, par véhicule et par avion ou hélicoptère.



## 2.2. 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 :

Les pluies favorisent la reproduction du criquet pèlerin, il est donc important de prospecter les zones où des pluies ont été signalées (FAO / **CLPR**, 2016).

### Les cartes d'indices de végétation

Effectivement, la résolution de SPOT-VGT (1 km) limitait la capacité du DLIS à surveiller efficacement les conditions écologiques précises des zones de reproduction du Criquet pèlerin. Le passage à l'imagerie MODIS à 250 mètres de résolution a permis une avancée significative en offrant une estimation bien plus précise de ces conditions (**FAO**, 2009).

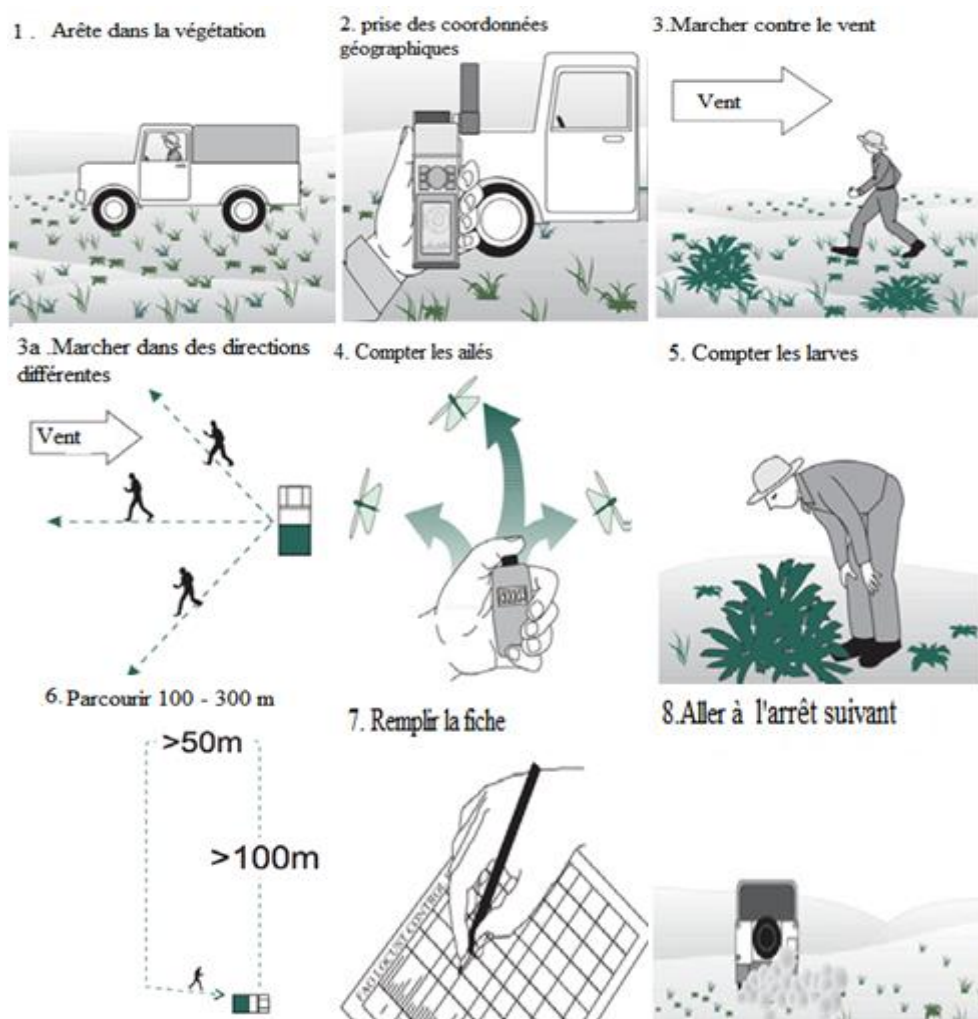




Figure 10:Fiche standard de prospection CLCPR/FAO

## **2.4. Mode de transmission des informations acridienne et écologique**

- **L'importance de l'information dans la lutte antiacridienne**

L'information est essentielle pour la lutte efficace contre les criquets pèlerins. La précision et la rapidité de la transmission des données sont cruciales pour la fiabilité des prévisions et l'efficacité des opérations de lutte. eLocust3 est Un outil précieux pour la transmission des informations relatives aux criquets et à leur environnement.

- **eLocust3**

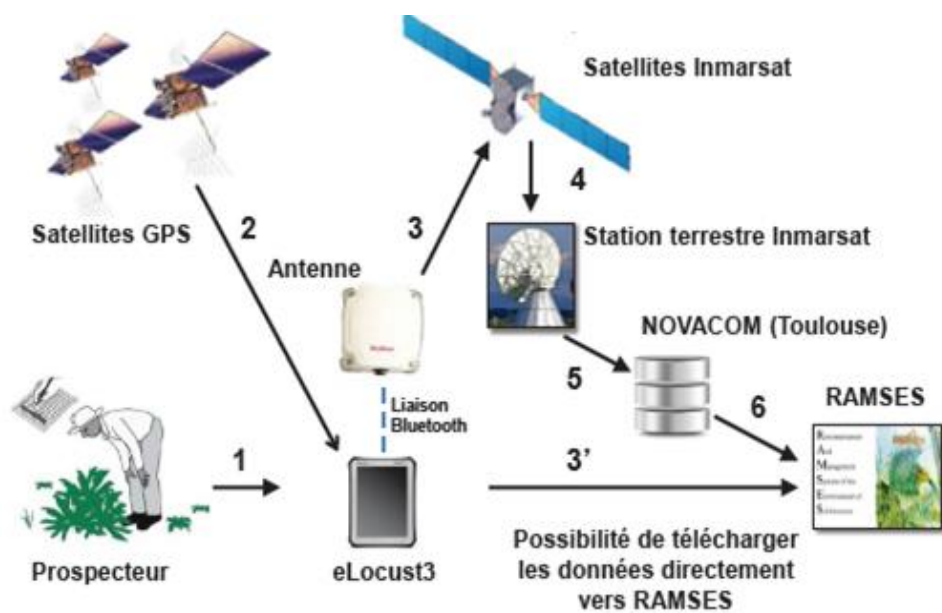
eLocust3 est un outil qui permet aux prospecteurs de terrain de collecter et de transmettre des données sur les criquets, l'environnement et les conditions météorologiques. Ces données sont ensuite envoyées à l'INPV (Institut National de la Protection Végétale) où elles sont corrigées, vérifiées et exportées vers le Système RAMSES. RAMSES est utilisé pour générer des cartes de répartition des criquets et de leur environnement.

- **Transmission des données au DLIS**

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

- **Archivage des données**

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



(FAO/CLCPRO.2016)

Figure 11 :Schéma d'acheminement en utilisant eLocust3

## 2.5. Méthode d'analyse des données de végétation des biotopes acridien au Sahara algérien.

Nous avons traité les données de l'INPV qui sont issues des comptes rendus de prospections effectuées pour l'essentiel dans le Sahara algérien par les prospecteurs anti-acridiens.

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.

Dans notre cas, nous avons exploité juste la flore du Sahara algérien. Les prospecteurs fournissent la grande partie de ces informations par message radio, qui sont réceptionnées au P.C. du D.I.C. et colligées dans des registres ou sous forme de rapports, de fin de mission. Le format de base pour la collecte et la transmission de ces observations a été conçu sur la base des structures d'informations acridiennes et écologiques contenues dans le manuel du

prospecteur de la CLCPANO-FAO (FAO, 2009). Les équipes de prospections parcourent régulièrement les parties accessibles des zones de reproduction du Criquet pèlerin en Algérie. Elles sont prospectées pendant leurs périodes de fonctionnement liées à la pluviosité (Zone de reproduction hiverno-printanière entre le Sahara septentrional et central, la zone de reproduction estivale et parfois automnale entre le sud du Sahara central et le Sahara méridional)

Dans un premier temps les données ont été structurées sous forme de tableau Excel facilitant la saisie. Chaque site visité un jour donné, constitue un enregistrement qui est doté par un numéro unique d'identification et les informations relatives à la végétation et les acridiens.

L'objectif est de tenter une typologie des biotopes acridiens sur la base de la composition floristique du tapis végétal ou tout au moins celle des espèces dominantes (celles qui sont notées par les prospecteurs).

Une liste d'espèces végétales est donnée, soit en nom vernaculaire (arabe ou tamachek), soit sous forme de nom scientifique. Pour chaque espèce, le prospecteur note son abondance-dominance (variant de + pour une espèce présente mais très peu abondante à 5 selon son abondance sur terrain), son encombrement (ou biovolume) variant de 1 à 5, son stade phénologique variant de 1 à 5 pour chaque stade de développement de la plante et l'état de verdissement de l'espèce, il note « V » pour vert, « VS » pour vert en voie de dessèchement, « SV » pour sec en voie de verdissement et « S » pour sec). Le recouvrement global du tapis végétal dans le biotope est donné en pourcentage, ainsi que son étendue, en hectares. Les données floristiques ont été vérifiées, corrigées et organisées par une mise à jour de la nomenclature des taxons en consultant les bases de données en ligne de *Tela-Botanica* (2023) ([www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org)) ainsi que le site [www.theplantslist.org](http://www.theplantslist.org) –(2023)

Les analyses statistiques de cette étude ont été effectuées avec le logiciel Past (HAMMER et al., 2001). Nous n'avons pris en considération que le caractère présence / absence des espèces végétales (analyse qualitative). Les coefficients d'abondance / dominance sont utilisés pour affiner le tableau et décrire les groupements. Pour information, nous avons analysé 70 relevés effectués durant l'année 2023

Ces relevés phytosociologiques ont fait objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC) suivie d'une CAH (classification ascendante et hiérarchique) relevés - espèces. Ce type d'analyse est classiquement utilisé en phytosociologie (LACOSTE & ROUX, 1972). Grâce aux résultats de l'AFC et de la CAH, nous pouvons structurer le tableau phytosociologique.

Un tableau phytosociologique est construit en utilisant l'ordre des CAH (relevés, espèces) et en utilisant les coefficients d'abondance / dominance. La structure du tableau est ensuite affinée en ayant recours à la fréquence de chaque espèce dans le groupement. Nous avons réintégré par la suite tous les relevés qui avait été éliminés de l'AFC.

La fréquence relative et la fréquence compensée (ou fréquence corrigée de DAGET et GORDON, 1982) ont été calculées selon les formules :

$$\text{Frq rel} = n \cdot 100 / N$$

$$\text{Frq cp} = x \cdot N / X \cdot n$$

où :

- Frq rel est la fréquence relative ;
- Frq cp est la fréquence compensée ;
- n est la fréquence absolue de l'espèce au sein du tableau ;
- N est le nombre de relevés participant au tableau ;
- x est le nombre de relevés où l'espèce est présente au sein d'un bloc de relevés ;
- X est le nombre de relevés constituant le bloc correspondant.

L'interprétation des fréquences compensées s'est fait de façon homogène en retenant quatre classes :

Classe 1 :  $\text{Frq cp} = 0$ .

Classe 2 :  $0 < \text{Frq cp} < 0,84$ .

Classe 3 :  $0,85 < \text{Frq cp} < 1,15$ .

Classe 4 :  $\text{Frq cp} > 1,15$ .

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

### 1. Situation acridienne durant l'année de 2023 :

Le dispositif de lutte et de surveillance du Criquet pèlerin en 2023, a touché plusieurs wilayas (Tamanrasset, Adrar, Bordj Badji El Mokhtar, Béchar, Tindouf, Beni Abbes et In Guezzam), répartis selon les mois comme indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau 1. Répartition des équipes de prospections dans les différentes régions du Sud algérien**

wilaya mois	Tamanrasset	Adrar	Bordj badji El mokhtar	Béchar	Tindouf	Beni abbes	In Guezzam
janvier	1 équipe	2 équipes					
février	1 équipe	2 équipes					
Mars	1 équipe	2 équipes					
Avril	1 équipe	2 équipes					
Mai	1 équipe	2 équipes		1 équipe	2 équipes	1 équipe	
Juin	1 équipe	3 équipes		1 équipe	2 équipes	1 équipe	
Juillet	1 équipe	2 équipes					
Aout	1 équipe	1 équipe					
septembre	1 équipe	1 équipe	1 équipe				1 équipe
octobre	1 équipe	1 équipe	1 équipe				1 équipe
novembre	1 équipe	1 équipes	1 équipe				1 équipe
décembre	1 équipe	1 équipe	1 équipe				<b>3</b> équipe



## 1.1. Situation acridienne durant le mois de Janvier 2023 :

### Les conditions éco\_ climatiques :

Durant le mois de janvier 2023, aucune chute de pluies n'a été enregistrée au niveau des régions prospectées. Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une baisse sensible par rapport au mois passé, elles étaient comme suivies :

- Nord Sahara: Max: 18°C; Min: 08°C
- Sahara central: Max: 24°C; Min: 12°C
- Extreme sud.: Max: 28°C; Min: 16°C

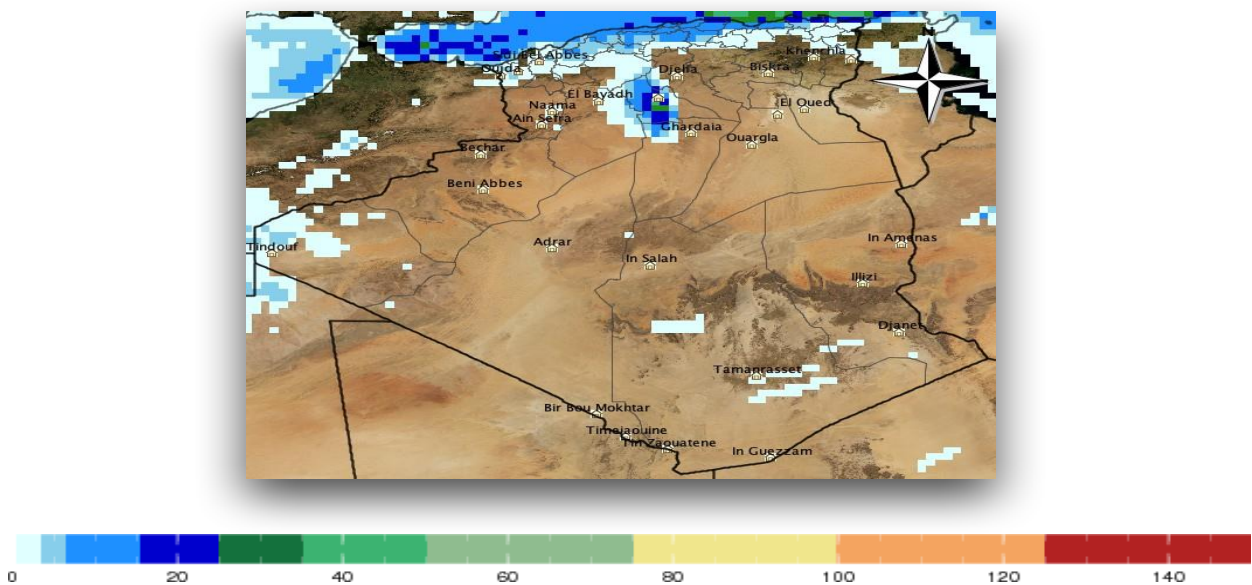


Figure 12: Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 janvier 2023, Absence des pluies au niveau des zones de reproduction hiverno-printanière.

Les prospections réalisées montrent que la végétation annuelle est verte uniquement à l'intérieur des périmètres agricoles irrigués d'Adrar et de Tamanrasset (fig 13). Le mois de janvier 2023, s'est caractérisé par des présences insignifiantes d'ailés immatures et matures isolés au niveau des périmètres irrigués d'Adrar et de Tamanrasset, ailleurs aucun criquet n'a été observé (fig 14).

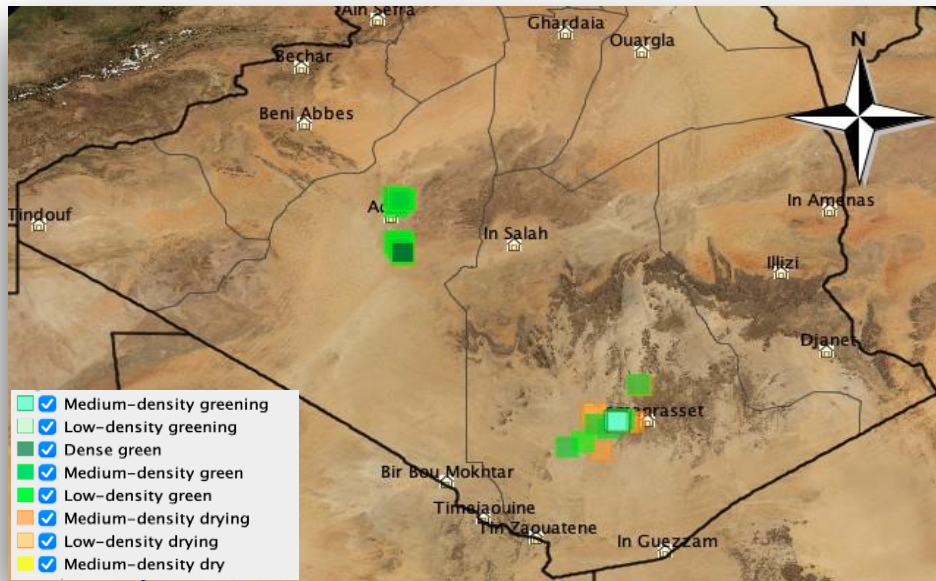


Figure 13 Etat de la végétation au Sud algérien (janvier2023)

Végétation verte au niveau des périmètres agricoles d'Adrar et de Tamanrasset

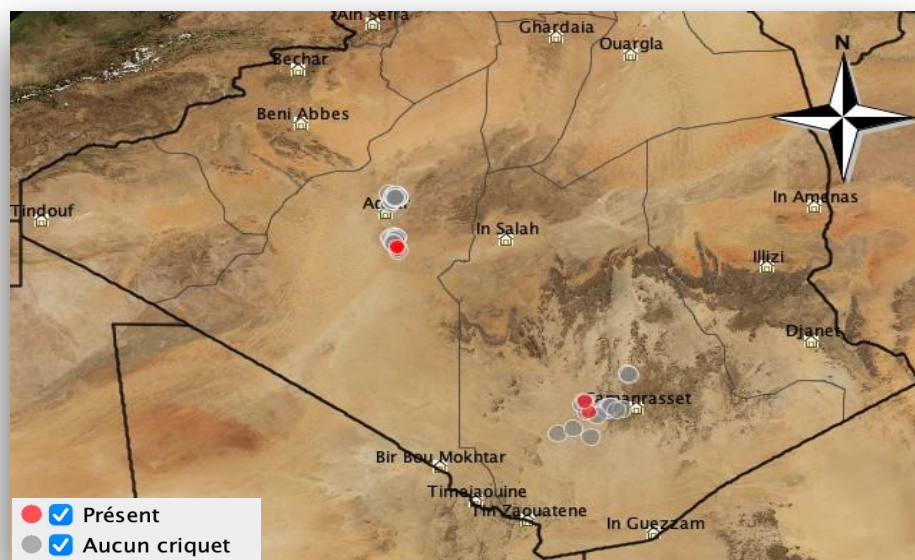


Figure 14 Situation acridienne dans le Sud algérien (janvier2023)

## 1.2. Situation acridienne durant le mois de février 2023 :

### Les conditions éco\_ climatiques :

Durant la deuxième décennie du mois de février, des pluies modérées ont été enregistrées au niveau des wilayas de Béchar et Tindouf.

Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une baisse légère par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara: Max: 16°C; Min: 06°C
- Sahara central: Max: 22°C; Min: 10°C
- Extrême sud.: Max: 28°C; Min: 14°C

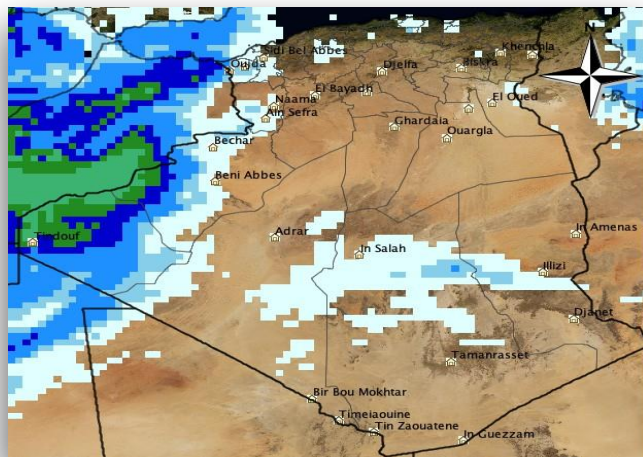


Figure 15: Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 février 2023,

Pluies modérés (40 mm) à Tindouf et au sud de Béchar

Les prospections réalisées montrent que la végétation annuelle est verte uniquement à l'intérieur des périmètres agricoles irrigués d'Adrar et de Tamanrasset (fig 16), Le mois de février 2023, aucune présence acridienne a été observé au niveau des zones prospecté (fig 17).



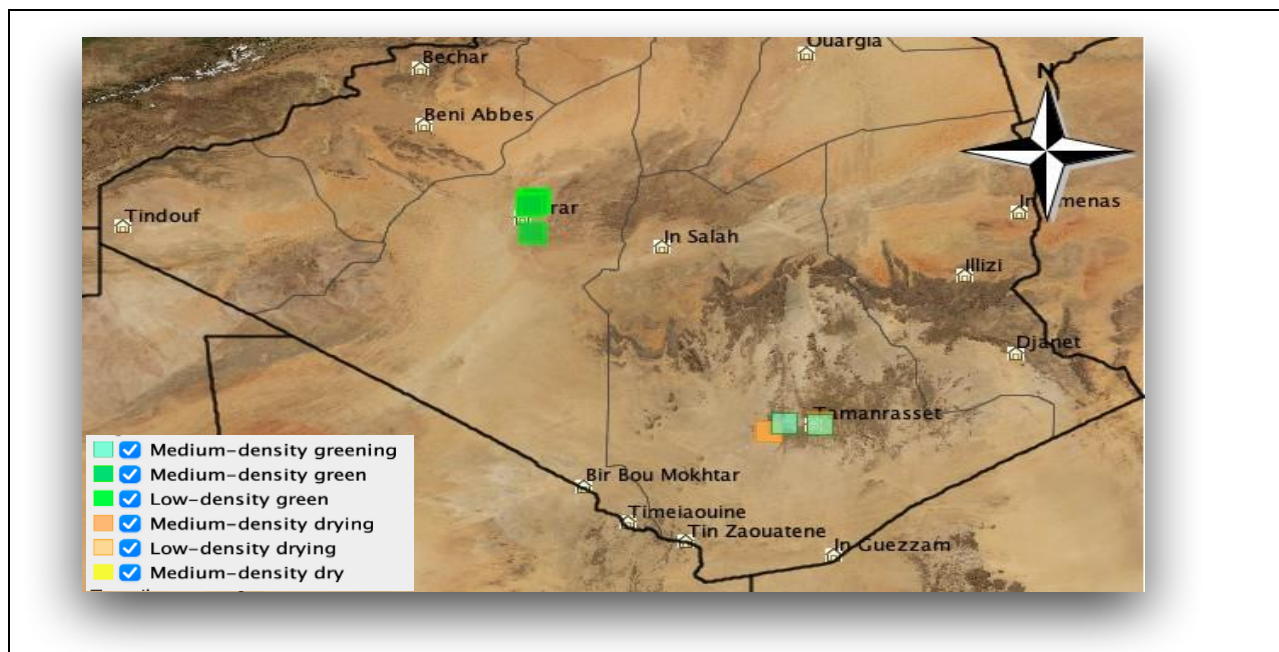


Figure 16:Etat de la végétation dans le Sud algérien (Février2023)

Végétation est verte au niveau des périmètres agricoles d'Adrar et de Tamanrasset.

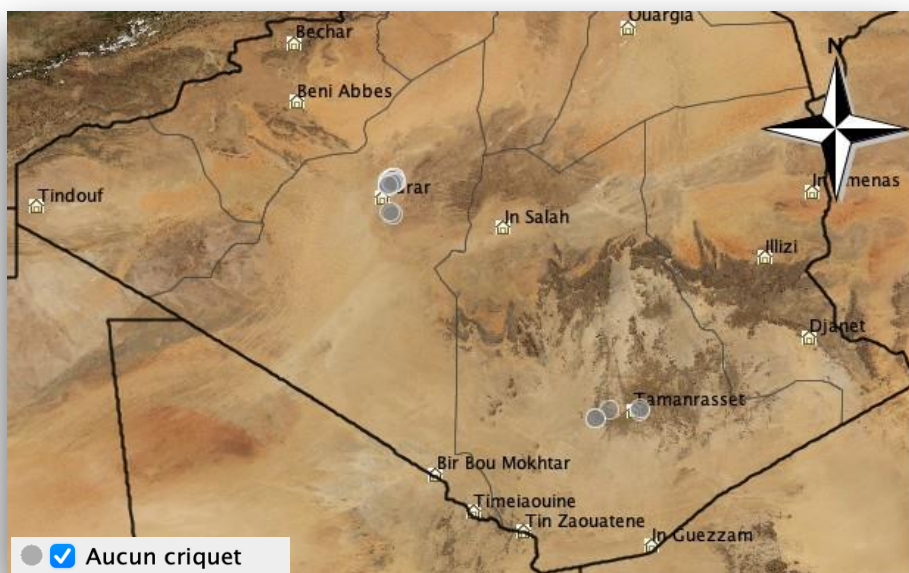


Figure 17:Situationacridienne dans le Sud algérien (février2023).

### 1.3. Situation acridienne durant le mois de mars 2023 :

#### Les conditions eco\_ climatiques :

Durant la deuxième décade du mois de mars, des faibles pluies ont touchés le nord du Hoggar et les régions de Naama et Béchar.

Les moyennes des températures maximales et minimale sont commune hausse par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara: Max: 20°C;Min:08°C
- Sahara central: Max: 24°C;Min:16°C
- Extrême sud.: Max: 32°C;Min:22°C

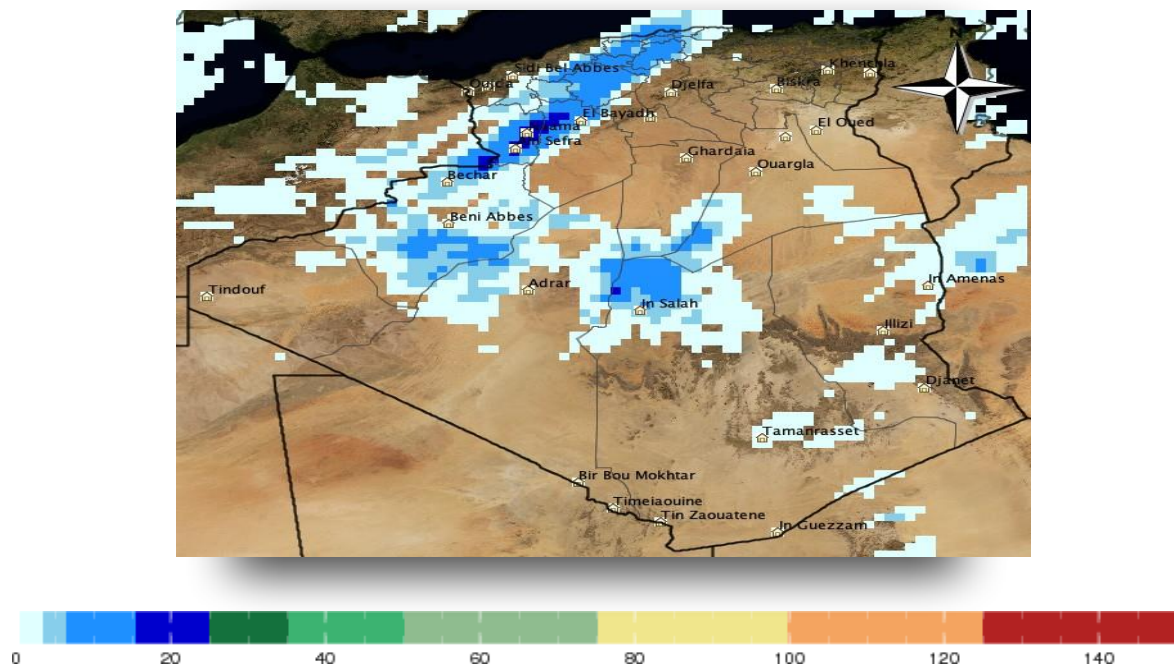


Figure 18:Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 mars 2023,

Faibles pluies (10 mm) à In Salah et au sud de Béchar.

Les prospections réalisées durant ce mois montrent que les conditions écologiques demeurent favorables à l'intérieur des périmètres agricoles d'Adrar et de Tamanrasset (fig 19 A). Nous avons noté la localisation d'une faible présence acridienne composée d'ailés matures solitaires dispersés au niveau des périmètres agricoles de la wilaya d'Adrar (fig 19 B).

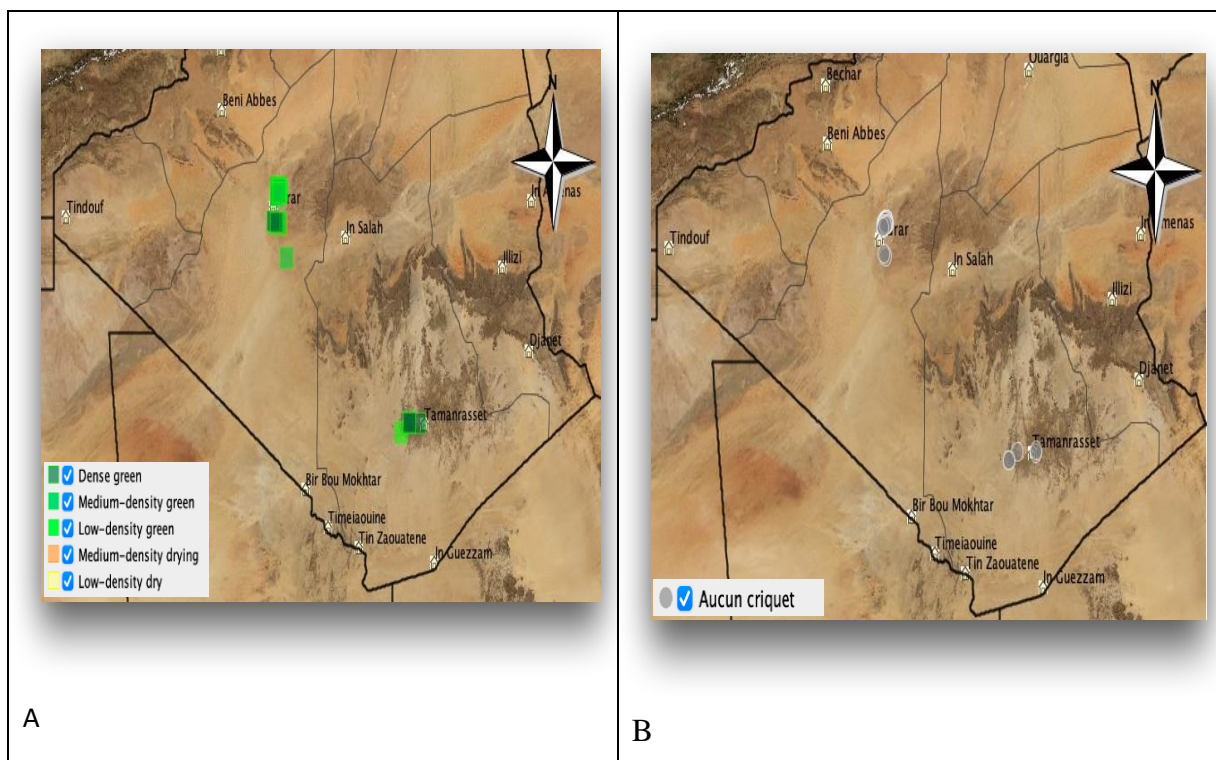


Figure 19:Etat de la végétation (A) et acridienne (B) dans le Sud algérien (mars, 2023)

Végétation verte au niveau des périmètres agricoles d'Adrar et de Tamanrasset.

#### 1.4. Situation acridienne durant le mois d'avril 2023

Durant le mois d'avril 2023, le temps est resté sec sur l'ensemble des zones sahariennes abritant les zones de reproduction printanière du criquet pèlerin. Les moyennes des températures maximales et minimales au niveau des wilayas concernées ont connu une hausse par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara : Max: 28°C; Min: 16°C
- Sahara central : Max: 34°C; Min: 18°C



- Extrême sud. : Max: 36°C; Min: 20°C

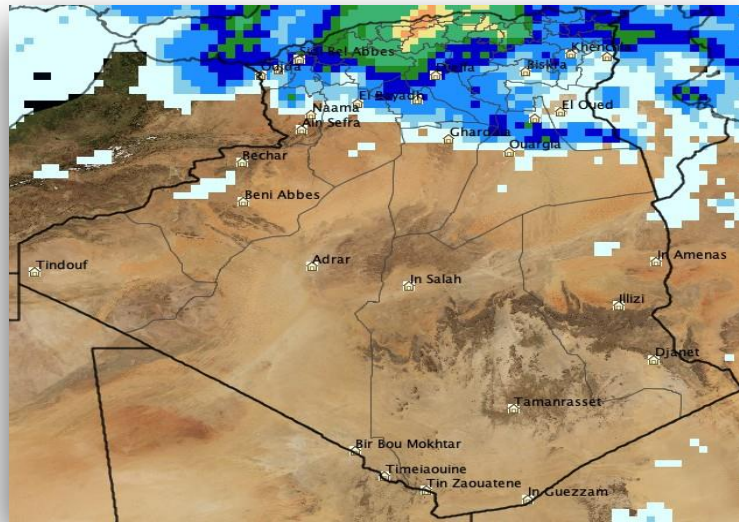
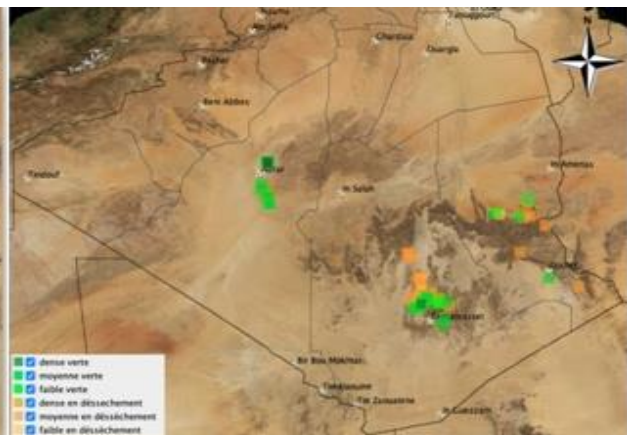


Figure 20: Images d'analyses des précipitations du 11 au 20 avril 2023 (IRI Columbia),

Le dispositif de surveillance et d'intervention est composé actuellement de cinq (05) équipes terrestres déployées à d'Adrar (périmètres (02), Tamanrasset (02) et Illizi (01). Les prospections réalisées montrent que les conditions écologiques demeurent favorables au niveau des périmètres agricoles d'Adrar et de Tamanrasset ; cependant la végétation est en dessèchement au niveau des biotopes naturels de Tamanrasset et Illizi (Fig.21 A). Les prospections ont permis la localisation de faibles présences acridiennes composées d'aîlés matures solitaires dispersés au niveau des zones agricoles d'Adrar et de Tamanrasset (Fig.21 B).



A



B

Figure 21: Etat de la végétation (A) et acridienne (B) dans le Sud algérien (Avril, 2023)

### 1.5. Situation acridienne durant le mois de Mai 2023 :

Les données des cartes d'estimation des précipitations (IRI) du 22 mai 2023 indiquent la chute de faibles pluies touchant notamment les régions du sud du Sahara

Les moyennes des températures maximales et minimales au niveau des wilayas concernées ont connu une hausse par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara : Max: 34°C; Min: 18°C
- Sahara central : Max: 40°C; Min: 22°C
- Extrême sud. : Max: 44°C; Min: 26°C

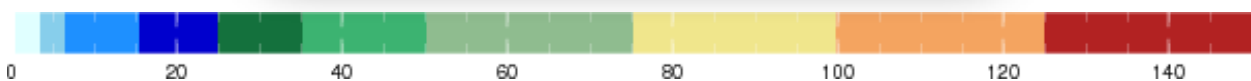
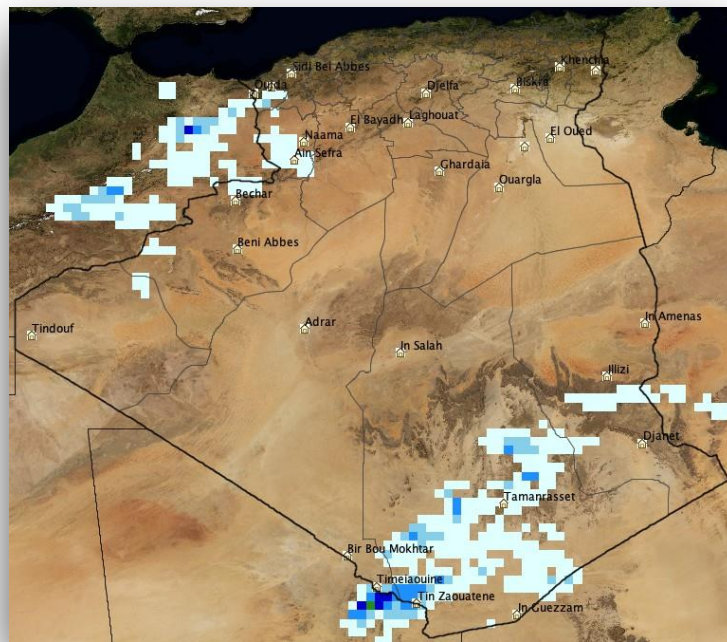
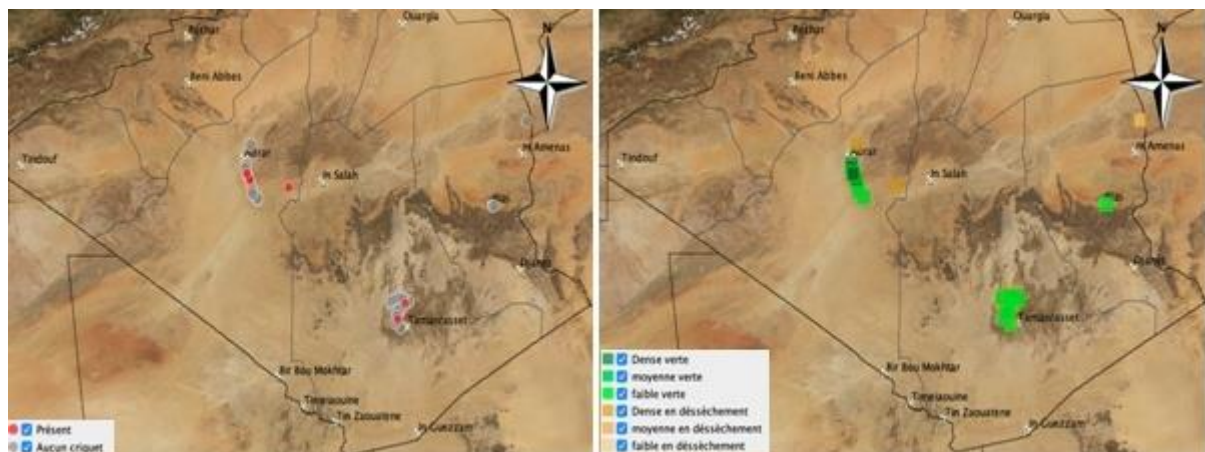


Figure 22: Images d'analyses des précipitations du 22 mai 2023 (IRI Columbia),

Le dispositif de surveillance et d'intervention est composé actuellement de cinq (05) équipes terrestres déployées à d'Adrar (02), Tamanrasset (02) et Illizi (01). Les prospections réalisées



montrent que les conditions écologiques demeurent favorables au niveau des périmètres agricoles d'Adrar, de Tamanrasset et d'Illizi (Fig.23 A). Les prospections ont permis la localisation de faibles présences acridiennes composées d'aîlés matures solitaires dispersés au niveau des zones agricoles d'Adrar et de Tamanrasset. Aussi, une faible reproduction marquée par la présence des larves solitaires et des mues imaginaires dispersées au centre d'Adrar (Fig.23 B).



A

B

Figure 23 : Etat de la végétation (A) et acridienne (B) dans le Sud algérien (Mai, 2023)

## 1.6. Situation acridienne durant le mois de Juin 2023 :

### Les conditions éco\_ climatiques :

L'image satellitaire IRI de la deuxième décennie du mois de Juin montre des précipitations faibles à modérées au sud du Hoggar et du Tassili, la région de Djanet et le sud de Tin Zaouatine. Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une hausse sensible par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara: Max: 32°C;Min:22°C
- Sahara central: Max: 42°C;Min:26°C
- Extrême sud.: Max: 45°C;Min:30°C

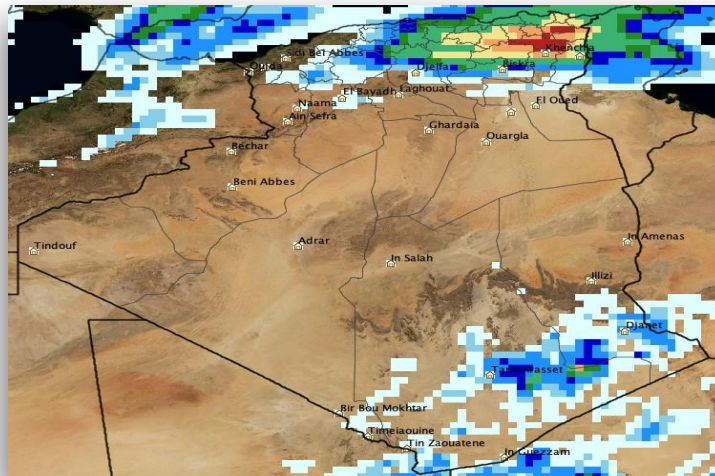


Figure 24:Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 juin 2023,

Des faibles pluies (20à50mm) au sud du Hoggar, du Tassili et de Tin Zaouatine.

Les prospections réalisées ont révélé la présence des conditions écologiques favorables à la reproduction du criquet pèlerin au niveau des périmètres agricoles d'Adrar, Beni Abbes et Béchar. Toutefois, la végétation est en dessèchement au niveau des biotopes naturelles (fig 25). Durant ce mois, les opérations de prospection réalisées au niveau des zones de reproduction printanières ont permis la localisation des présences acridiennes composées d'ailés immatures *transiens* et *transiens congregans* groupés en densité faible à moyenne au sud de Tabelbala, Adrar, Zouiet Kounta, Reggan et Aoulef, Aussi des ailés immatures et des larves (L2, L3, L4 et L5) de faibles densités ont été observées autour de la végétation verte des zones irriguées d'Aoulef (wilaya d'Adrar) (fig. 26).

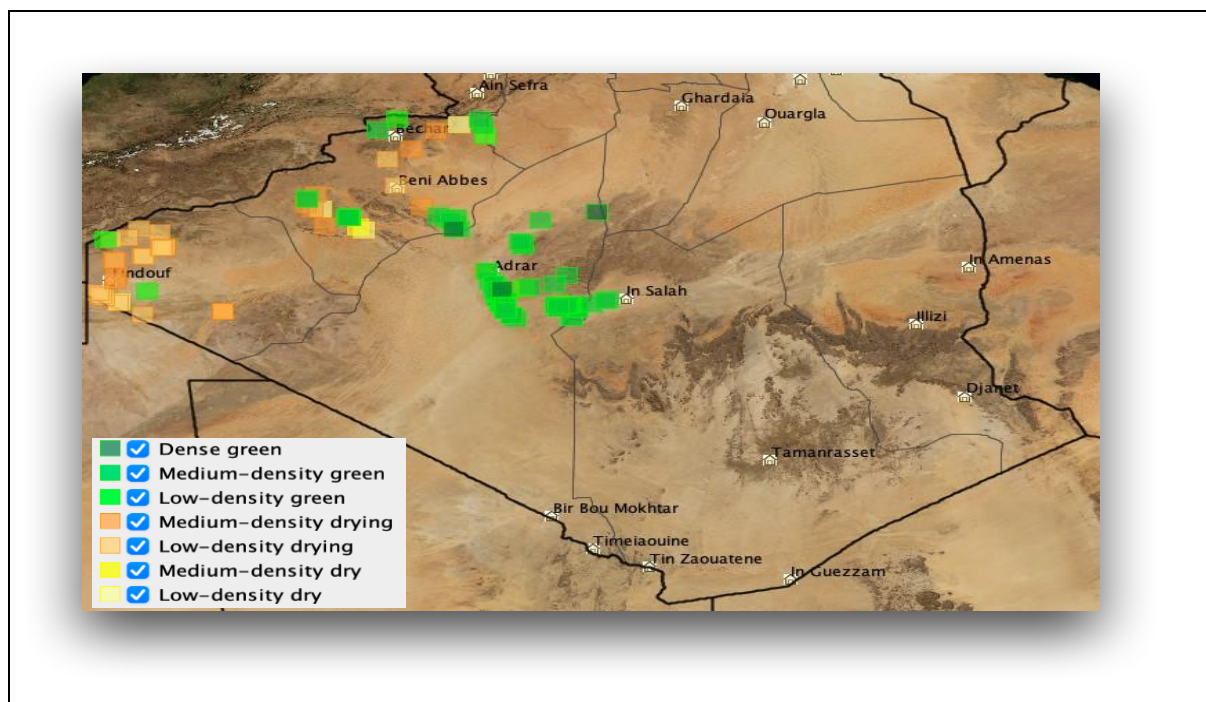


Figure 25:Etat de la végétation dans le Sud algérien (Juin 2023)

Végétation verte au niveau des périmètres agricoles d’Adrar, de Beni Abbes et de Béchar.

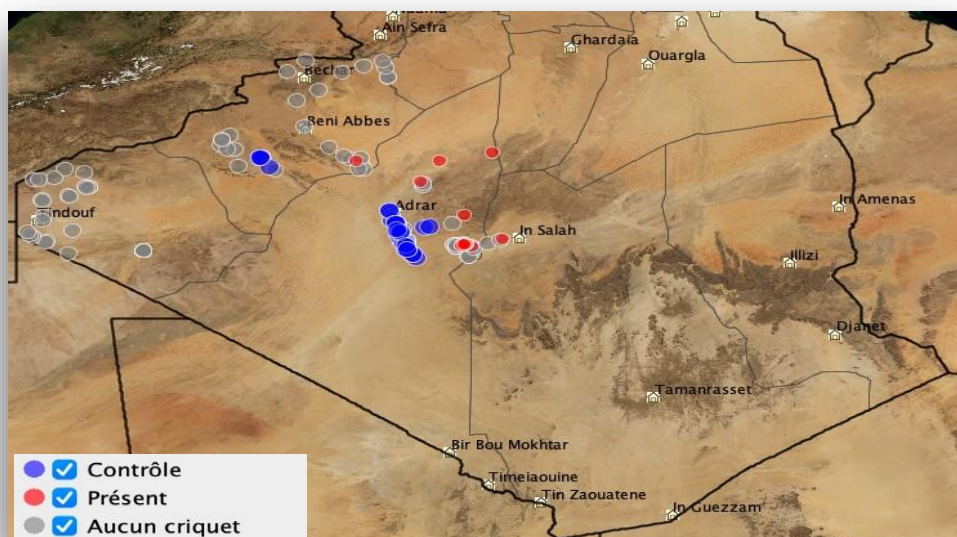


Figure 26: Situation acridienne du Sud algérien juin (2023).

## 1.7. Situation acridienne durant le mois de Juillet 2023 :

### Les conditions éco\_ climatiques :

Les données des cartes d'estimation des précipitations de la deuxième décennie du mois de juillet 2023 (IRI) indiquent la chute des faibles pluies au niveau de l'extrême sud algérien (Bordj Badji Mokhtar et Timiaouine).

Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une hausse sensible par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara: Max: 40°C;Min:28°C
- Sahara central: Max: 45°C;Min:30°C
- Extrême sud.: Max: 48°C;Min:34°C

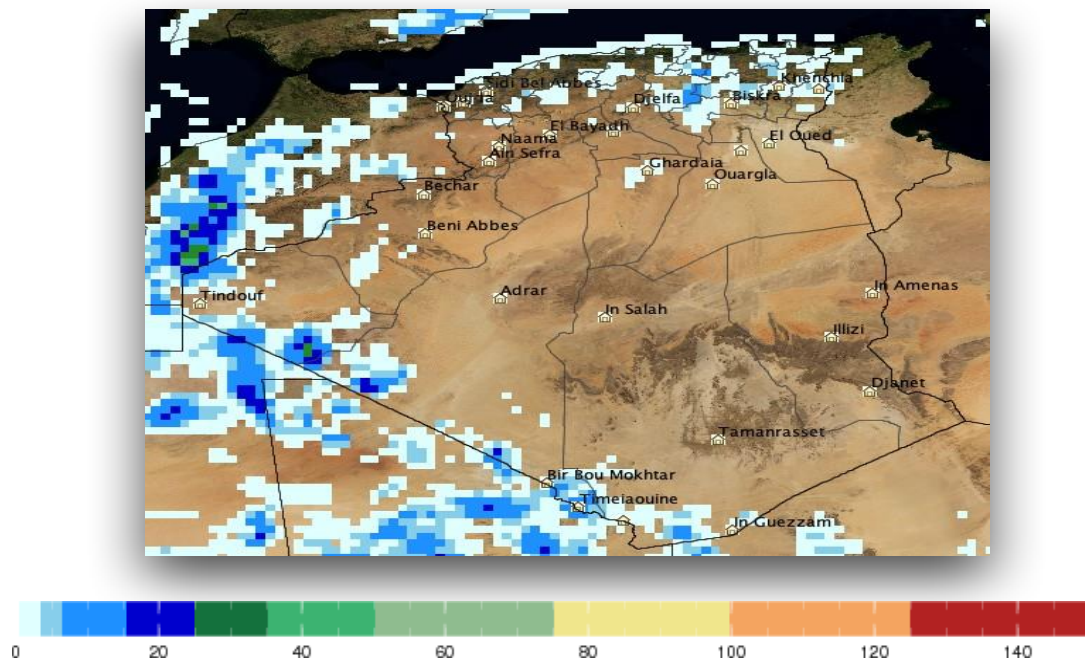


Figure 27: Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 juillet 2023,

Des faibles pluies (20mm) à Bordj Badji Mokhtar et Timiaouine.

Les prospections réalisées montrent que Les conditions écologiques demeurent favorables au développement et à la reproduction du criquet pèlerin au niveau des zones agricoles irrigués d'Adrar (fig.28). Durant ce mois, les opérations de prospection réalisées ont permis la localisation de faibles présences acridiennes, composées d'ailés solitaires matures et immatures au niveau des zones agricoles d'Adrar (fig. 29).



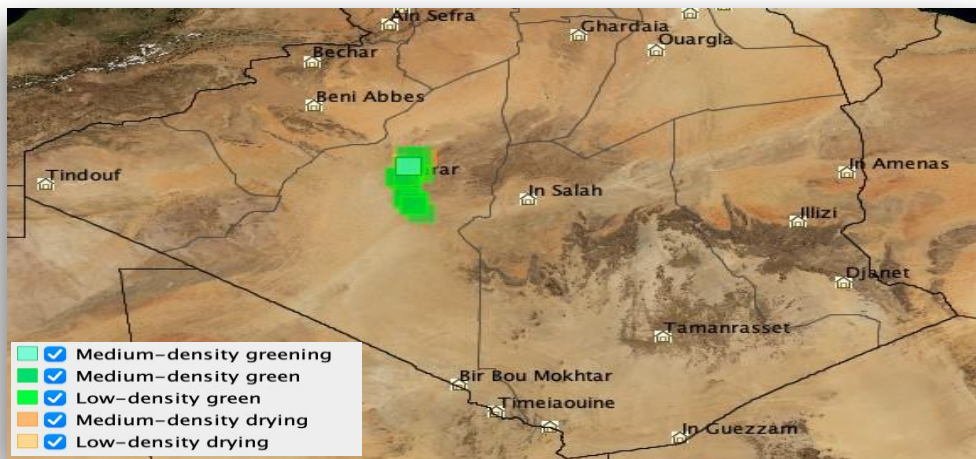


Figure 28: Etat de la végétation au Sud algérien (Juillet 2023)

Végétation verte au niveau des périmètres agricoles d'Adrar.

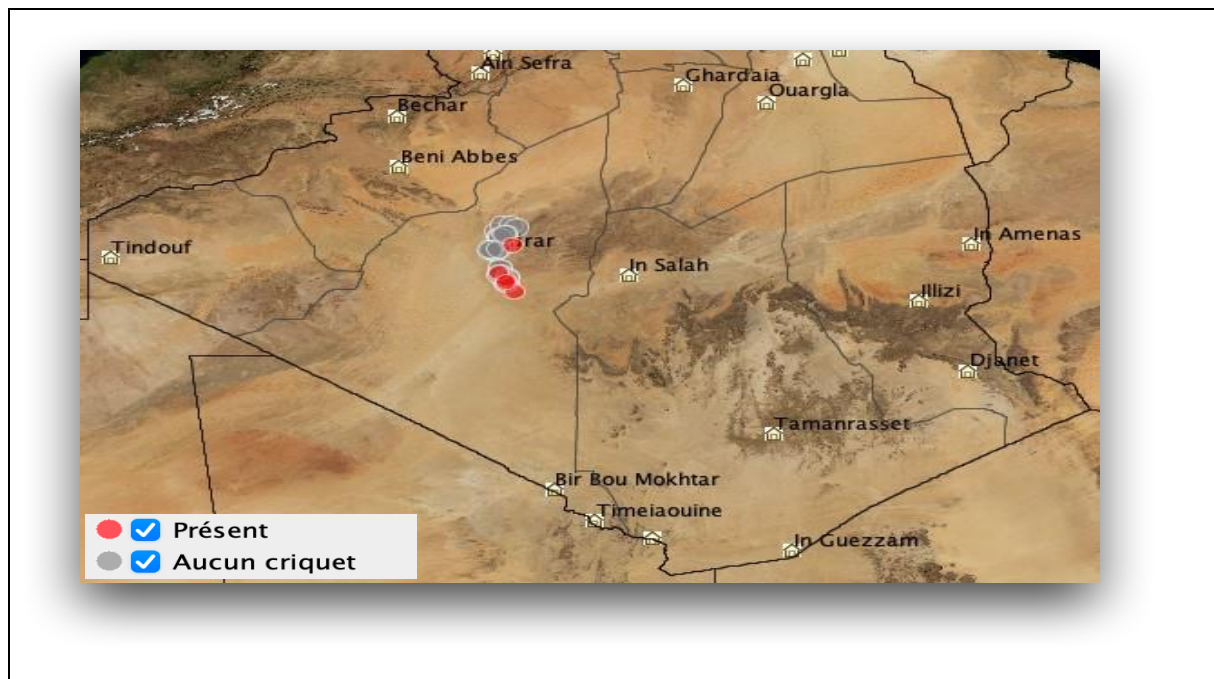


Figure 29: Situation acridienne au Sud algérien (Juillet, 2023)

## 1.8. Situation acridienne durant le mois d'août 2023 :

### Les conditions éco\_ climatiques :

La remontée du Front Intertropical (FIT) durant la première décennie du mois d'août 2023 a généré la chute d'importantes pluies au niveau du Hoggar et de l'extrême sud provoquant l'écoulement des principaux oueds de ces régions.

Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une hausse légère par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara: Max: 40°C;Min:28°C
- Sahara central: Max: 45°C;Min:31°C
- Extreme sud.: Max: 48°C;Min:34°C

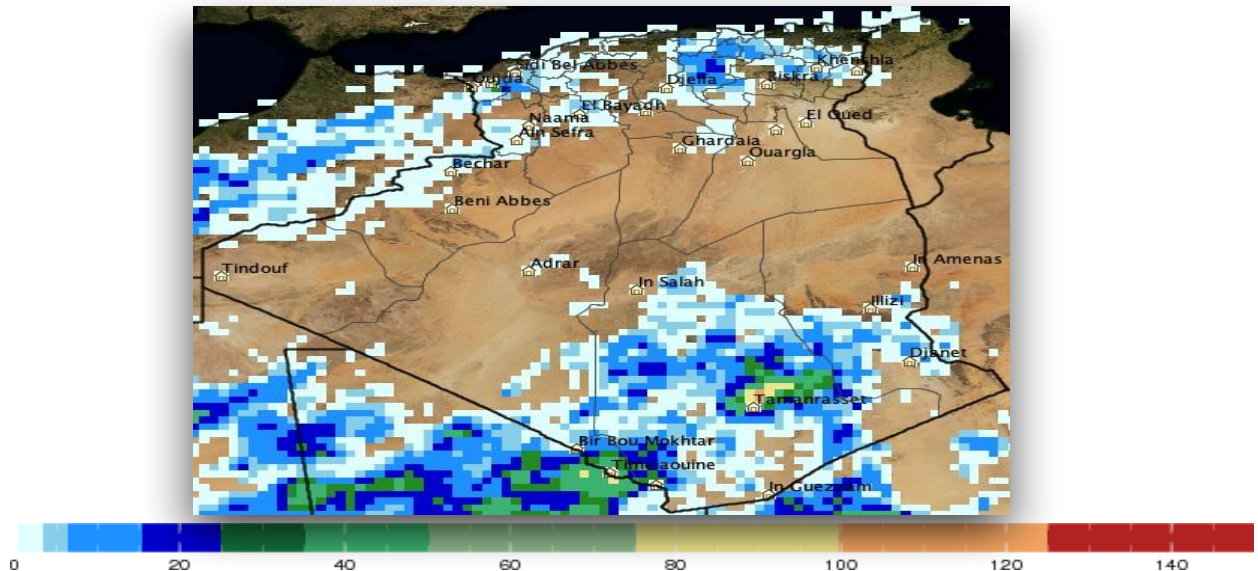


Figure 30 :Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 août 2023,

De fortes pluies (40à80mm) à Tamanrasset et Timiaouine.

Les prospections réalisées montrent que Les conditions écologiques demeurent favorables au développement et à la reproduction du criquet pèlerin au niveau des zones agricoles irrigués de la wilaya d'Adrar (fig. 31). Durant ce mois, les opérations de prospection réalisées ont permis la localisation d'une faible présence acridienne, composées d'ailés solitaires immatures au niveau des zones agricoles d'Adrar (fig. 32).

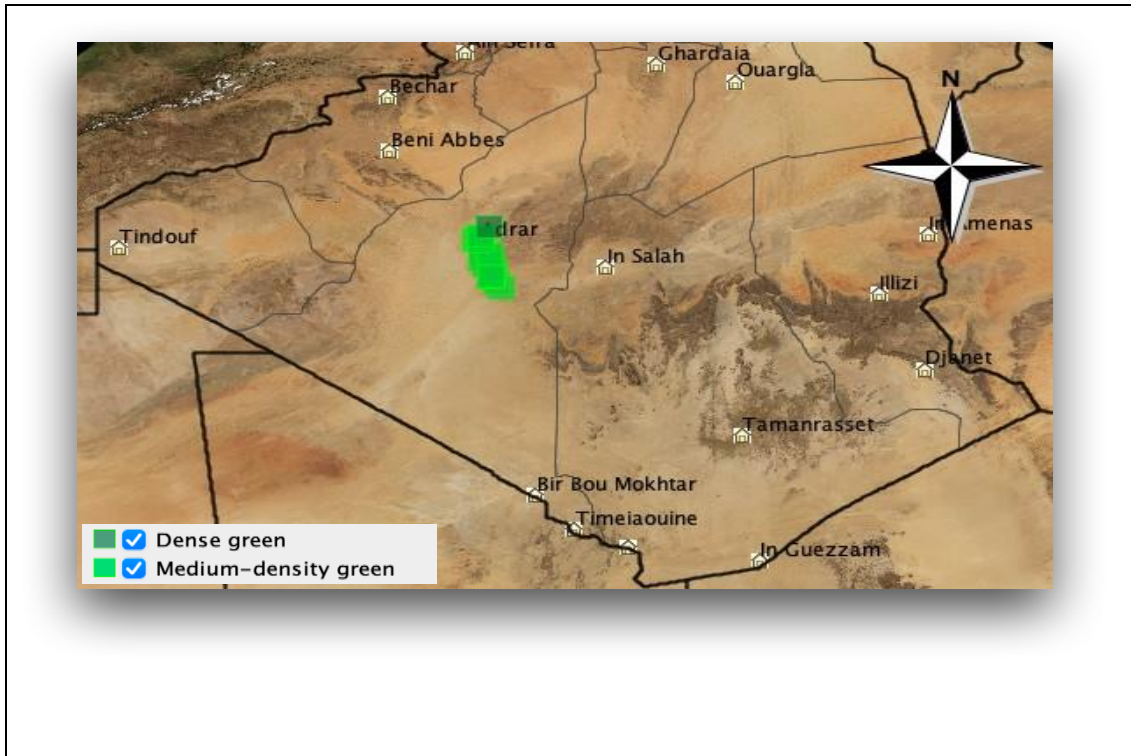


Figure 31: Etat de la végétation au Sud d'Algérie (août, 2023)

Végétation verte au niveau des périmètres agricoles d'Adrar.

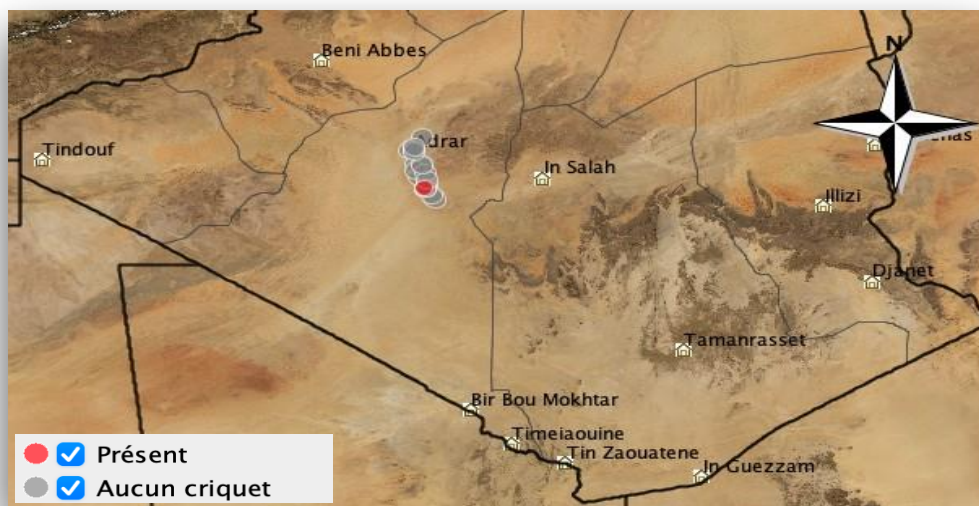


Figure 32: Situation acridienne au Sud algérien (août, 2023)



## 1.9. Situation acridienne durant le mois de septembre 2023 :

### Les conditions éco\_ climatiques :

La remontée du Front Intertropical (FIT) durant la première décennie du mois de septembre 2023 a généré la chute d'importantes pluies au niveau du Hoggar et de l'extrême sud provoquant l'écoulement des principaux oueds de ces régions.

Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une baisse légère par rapport au mois passé, elles étaient comme suit :

- Nord Sahara: Ma 40°C; Min: 22°C  
x:
- Sahara central: Max: 44°C; Min: 28°C
- Extrême sud.: Ma 46°C; Min: 30°C  
x:

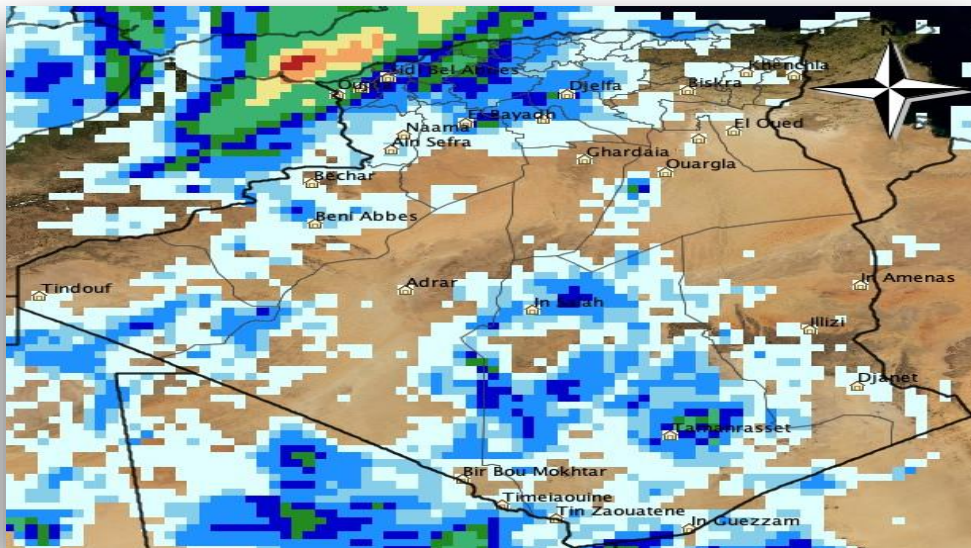


Figure 33: image d'analyse des précipitations du 1 ou 10 septembre 2023,

De fortes pluies (40 à 60 mm) à Tamanrasset et Timimoune.



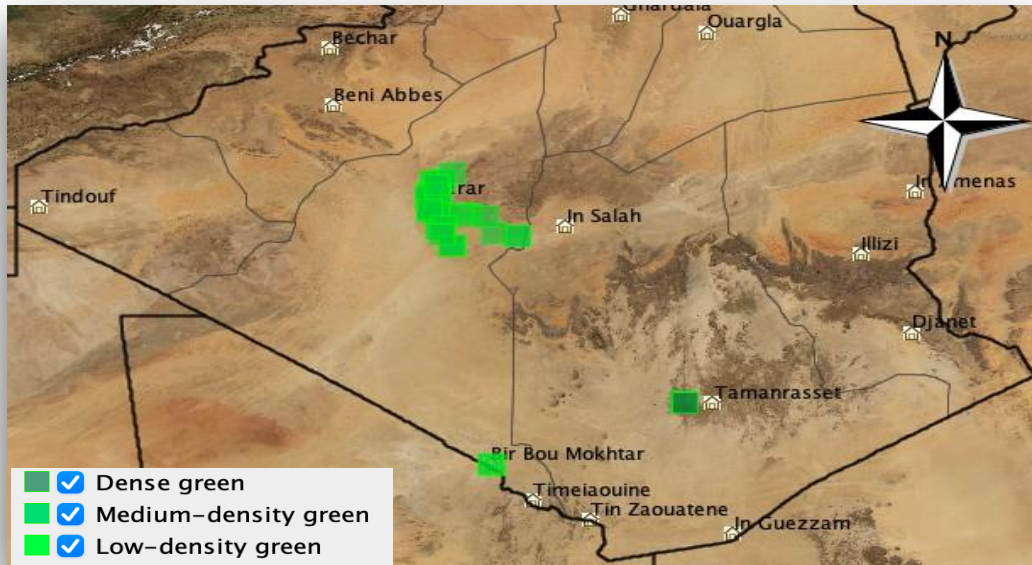


Figure 34 : Etat de la végétation au Sud algérien (septembre2023) .

Les prospections réalisées montrent que Les conditions écologiques sont favorables au développement et à la reproduction du criquet pèlerin au niveau des zones agricoles irrigués de la wilaya d’Adrar et des zones de reproduction de l’extrême sud (Bordj Badji Mokhtar et In Guezzam) (fig. 34). Durant ce mois, aucune présence acridienne n’a été détecté au niveau des biotopes naturels et des zones agricoles (fig. 35).

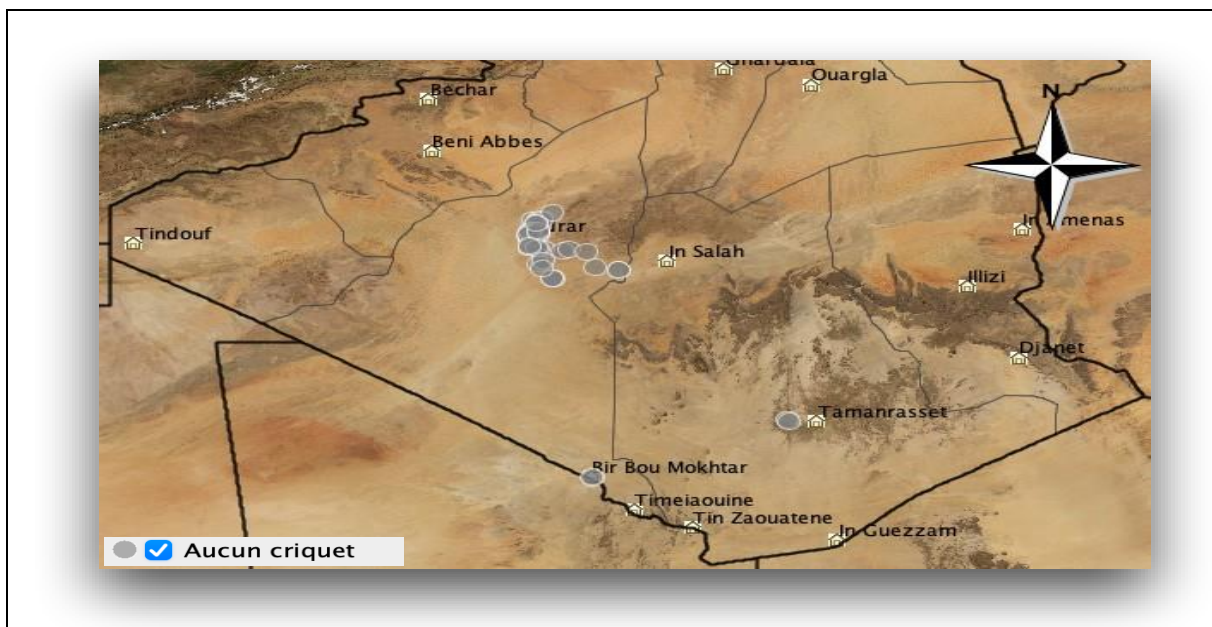


Figure 35: Situation acridienne au Sud algérien (septembre2023).

## 1.10. Situation acridienne durant le mois de octobre 2023:

### Les conditions éco\_ climatiques :

Durant la deuxième décennie du mois d'octobre des pluies faibles à modérés ont été enregistrés au niveau du Hoggar.

Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une baisse sensible par rapport au mois précédent, elles étaient comme suit:

- Nord Sahara: Max: 36°C;Min:18°C
- Sahara central: Max: 40°C;Min:22°C
- Extrême sud.: Max: 42°C;Min:26°C

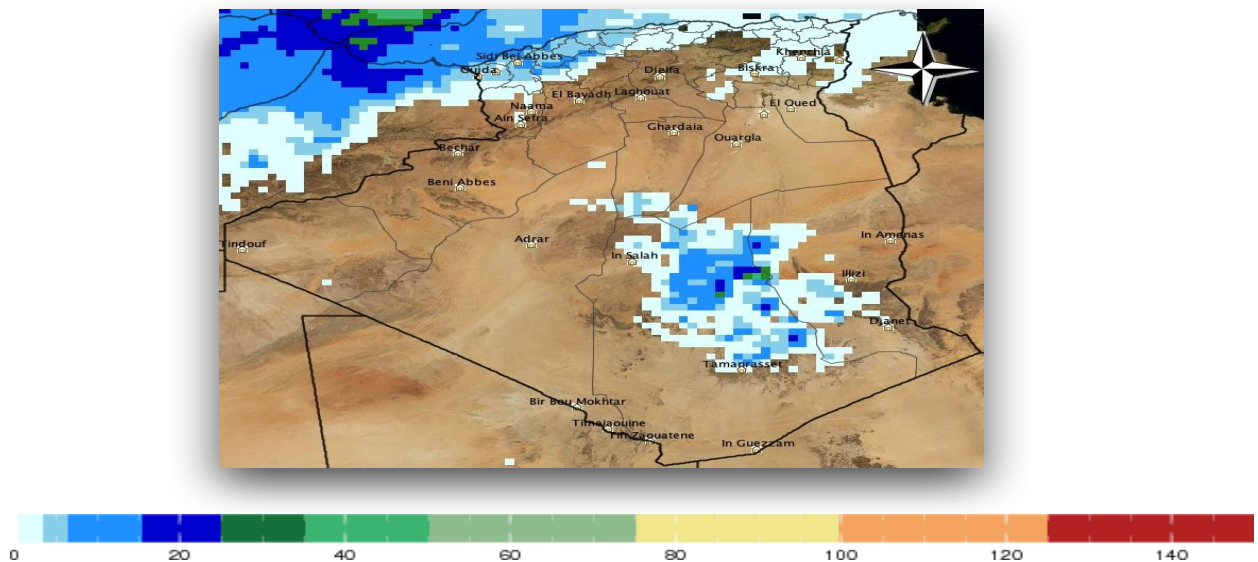


Figure 36:Image d'analyse des précipitations du 11 au 20 octobre 2023.

Des pluies modérés (20 à40 mm) au Hoggar.

Les données des opérations de prospection et les images satellitaires fournis par l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL), montrent la présence des conditions écologiques favorables à l'installation et à la reproduction du criquet pèlerin au niveau des zones agricoles irrigués de la wilaya d'Adrar, des zones de reproduction de l'extrême sud (Timiaouine et In Guezzam) et le sud du Hoggar (fig. 37). Durant le mois d'octobre 2023, la situation acridienne a été marquée par des présences insignifiantes d'ailés matures solitaires isolés au niveau de Tamanrasset. Ailleurs, aucun criquet n'a été observé (fig. 38).

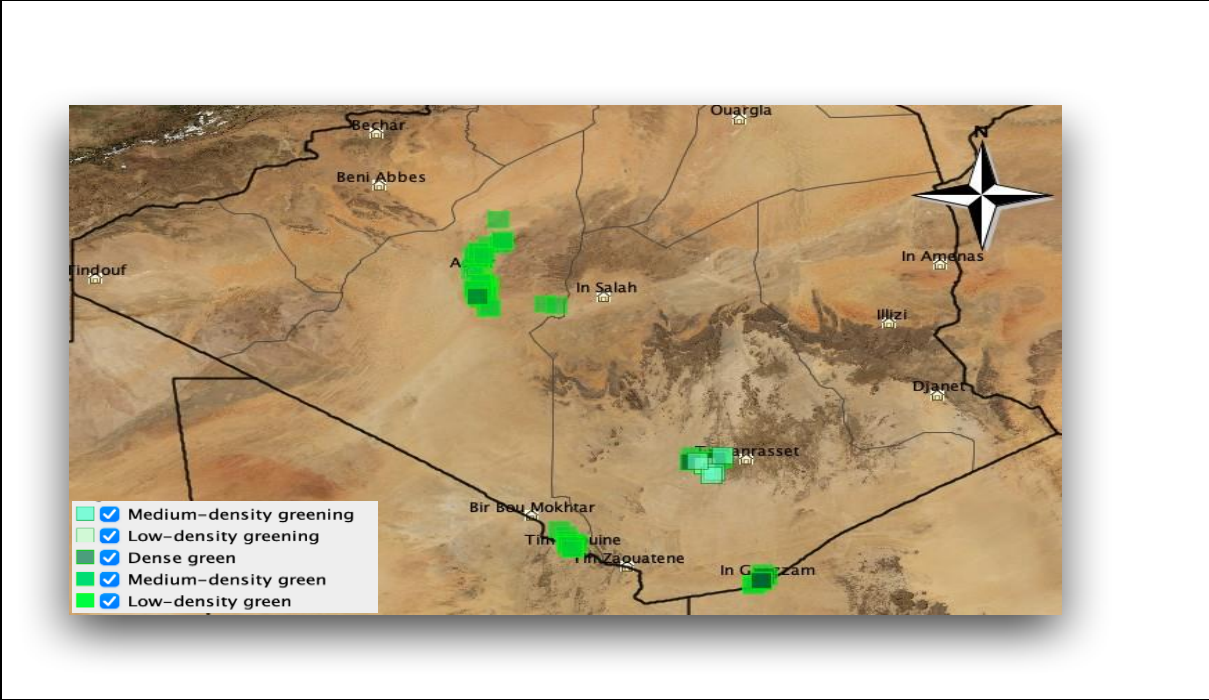


Figure 37:Etat de la végétation dans le sud algérien (octobre 2023)

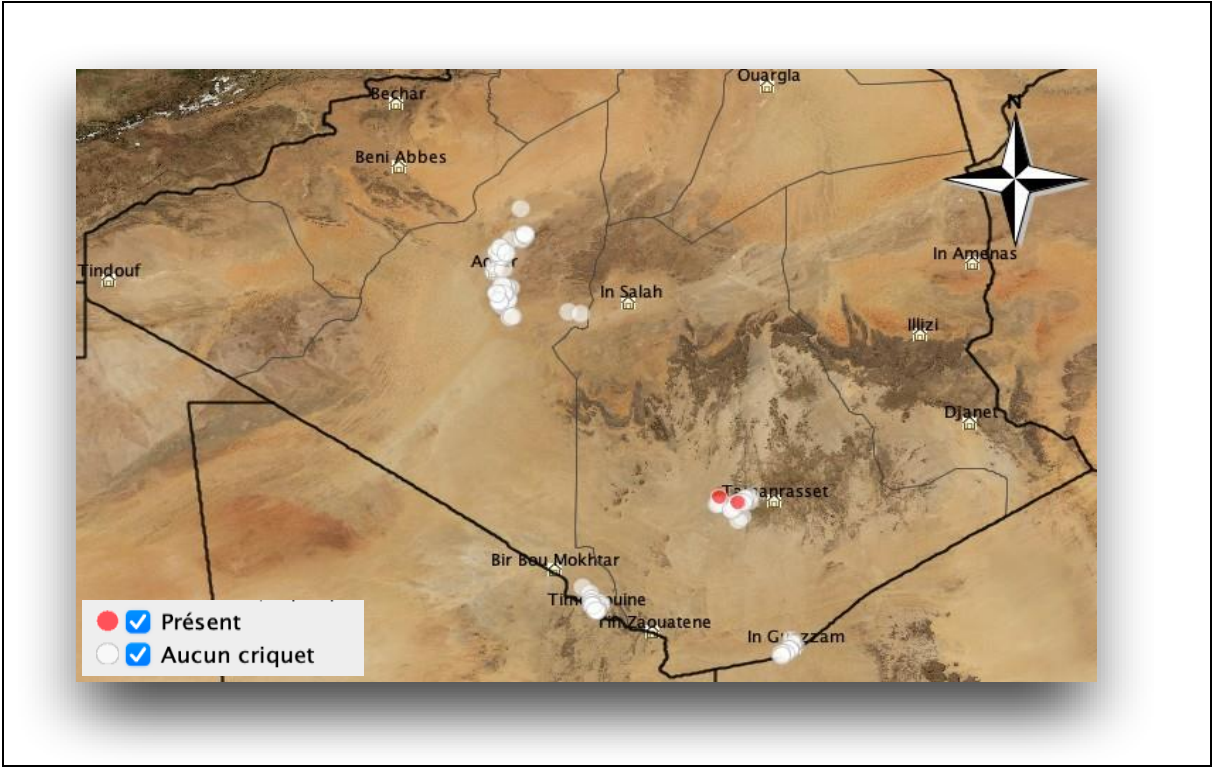


Figure 38: Situation acridienne au Sud algérien (octobre 2023)



## 1.11. Situation acridienne durant le mois de novembre 2023 :

### Les conditions Eco climatiques :

Durant la première décade du mois de novembre des traces de pluies ont été enregistrés à l'ouest du Hoggar.

Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une baisse sensible par rapport au mois précédent, elles étaient comme suit :

- NordSahara: Max: 19°C; Min: 09°C
- Saharacentral: Max: 26°C; Min: 17°C
- Extreme sud.: Max: 31°C; Min: 24°C



Figure 39 : Image d'analyse des précipitations du 01au10novembre2023.

Des traces de pluies (1 à 10 mm) à l'ouest du Hoggar.

Les prospections réalisées ont montré la présence des conditions écologiques favorables à l'installation et à la reproduction du criquet pèlerin au niveau des zones agricoles irrigués de la wilaya d'Adrar, des zones de reproduction de l'extrême sud (Timiaouine et In Guezzam) et le sud du Hoggar (fig. 40). La situation acridienne s'est caractérisée durant ce mois de novembre par la localisation de faibles présences composées d'ailés immatures et matures dispersés à Bordj Badji Mokhtar, Adrar et Tamanrasset. Aussi, des larves (L3) et des ailés matures *solitario-transiens* groupés de densité faible à moyenne ont été détecté au niveau d'In Guezzam (fig. 41).

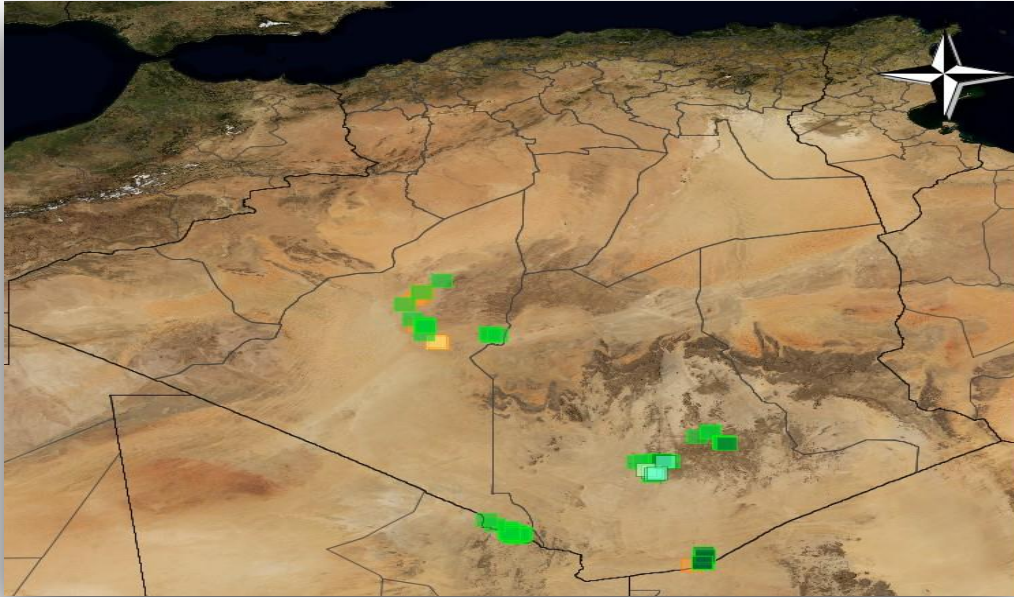


Figure 40:Etat de la végétation au Sud algérien (novembre2023)

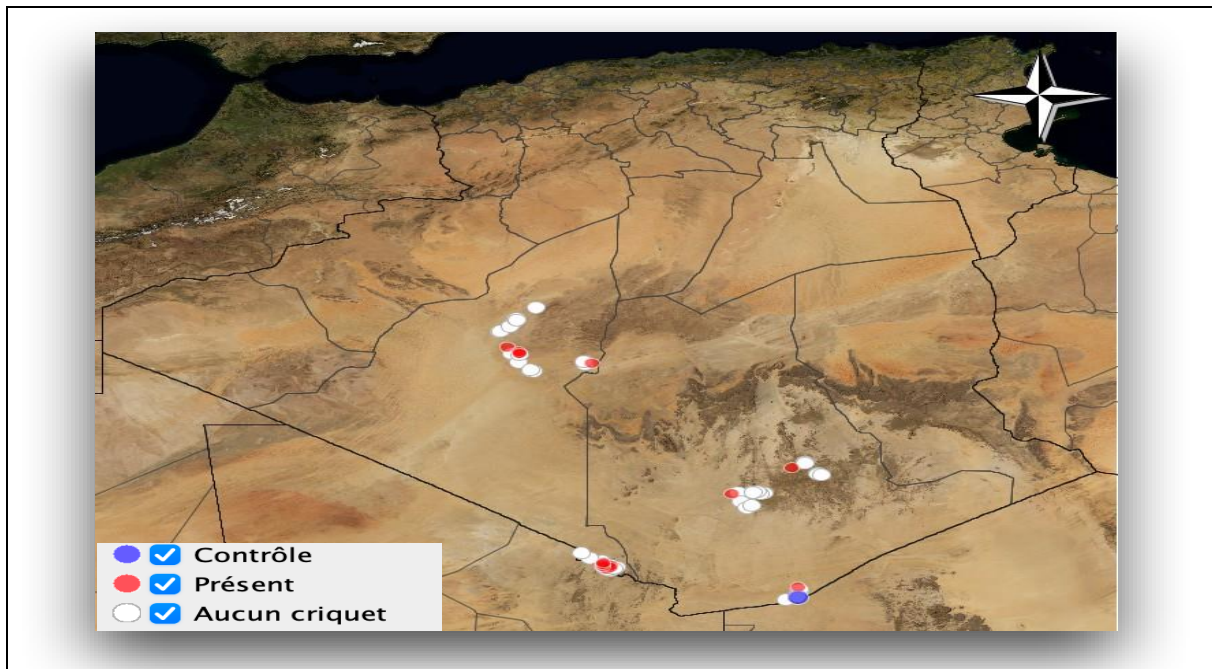


Figure 41: La situation acridienne au Sud algérien (novembre, 2023)

## 1.12. Situation acridienne durant le mois de décembre 2023 :

### Les conditions éco\_ climatiques :

Le mois de décembre s'est caractérisé par un temps sec sur l'ensemble des zones couvertes par les prospections. Les moyennes des températures maximales et minimales ont connu une baisse sensible par rapport

Au mois précédent, elles étaient comme suit:

- Nord Sahara: Max: 26°C;Min:10°C
- Sahara central: Max: 28°C;Min:08°C
- Extrême sud.: Max: 34°C;Min:18°C

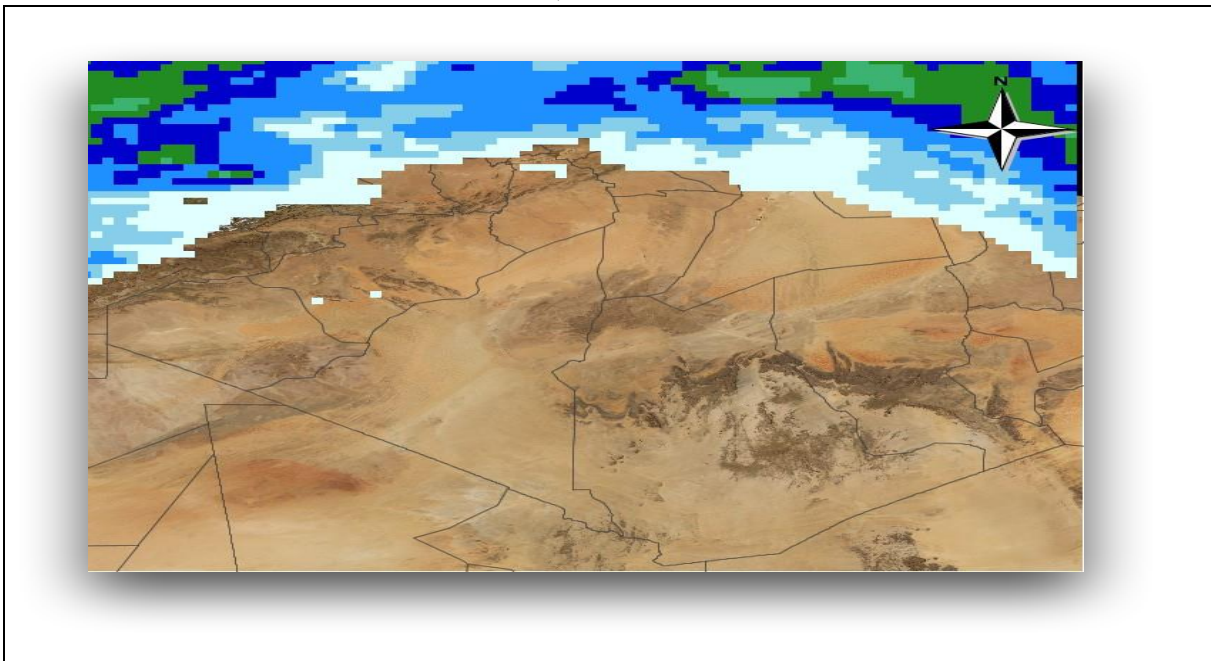


Figure 42: Image d'analyse des précipitations du 01 au 10 Décembre 2023,

Absence des précipitations.

Les conditions écologiques demeurent favorables à l'installation et à la reproduction du criquet pèlerin au niveau des zones agricoles irriguées de la wilaya d'Adrar, des zones de reproduction de l'extrême sud (Bordj Badji Mokhtar et In Guezzam) et le sud du Hoggar (fig 43). Durant le mois de décembre 2023, la situation acridienne a été marquée par la présence d'aîlés matures et immatures solitaires isolés en faible densité et des larves (L3, L4, L5) dispersées en densité moyenne au niveau d'In Guezzam et Tamanrasset. Ailleurs, aucun criquet n'a été observé (fig 44).



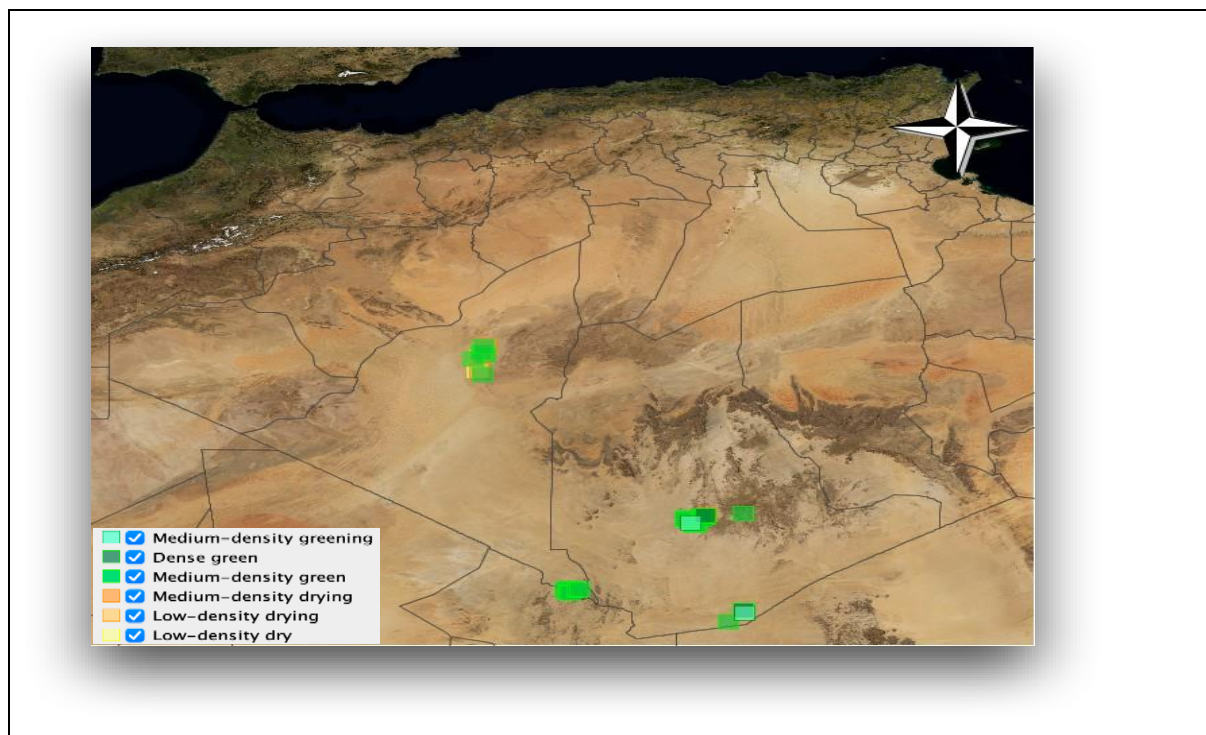


Figure 43:Etat de la végétation au Sud algérien (Décembre 2023)

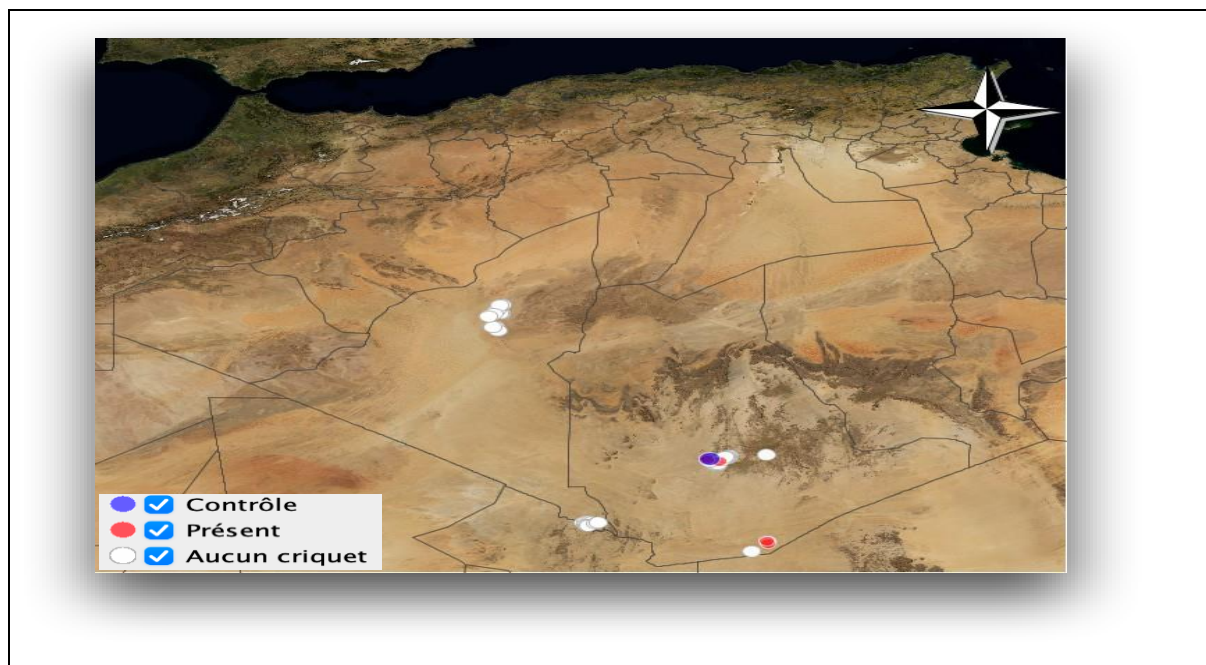


Figure 44: Situation acridienne au Sud algérien (Décembre 2023).

## 2. Caractérisation, par la végétation, des biotopes acridiens au Sud algérien

En étudiant les archives des prospecteurs de l'INPV, nous avons totalisé la présence de 50 espèces de plantes arbustives arborescentes et herbacées. Les relevées de la végétation, nous ont permis de retrouver 22 familles végétales, parmi lesquelles, nous citons, les *Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*, les *Rutaceae*, *Fabaceae*, *Tamaricaceae*, *Polygonaceae*, *Mimosaceae* *Asclepiadaceae*.

Tableau 2 ; La flore du Sahara algérien lors des prospections de l'année 2023

Famille	Espèces	Code
<i>Amarantaceae</i>	<i>Amaranthus angustifolius</i> Lamk.	001
<i>Asclepiadaceae</i>	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Aiton f.	003
<i>Asteraceae</i>	<i>Centaurea pungens</i> Pomel.	004
	<i>Cotula cinerea</i> Del.	006
	<i>Francoeuria undulata</i> (L.) Lack	038
	<i>Launaea arborescens</i> (Batt.) Murb.	005
	<i>Nauplius graveolens</i> (Forsk.) Wilk.	007
	<i>Artemisia judaica</i> L.	002
<i>Balanitaceae</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	039
<i>Boraginaceae</i>	<i>Heliotropium ramosissimum</i> (Lehm.) DC	045
	<i>Moltkiopsis ciliata</i> (Forsk.) Johnst.	044
	<i>Trichodesma calcaratum</i> Coss.	046
	<i>Trichodesma calcaratum</i> Coss.	008
<i>Brassicaceae</i>	<i>Anastatica hierochuntica</i> L.	011
	<i>Diplotaxis harra</i> (Forskål) Boiss.	010
	<i>Malcolmia</i> sp	043
	<i>Matthiola livida</i> (Del.) DC.	040
	<i>Moricandia</i> sp	041
	<i>Muricaria prostata</i> (Desf.) Desv.	042
	<i>Oudneya africana</i> R. Br.	009
	<i>Eremobium aegyptiacum</i> (Sprengel) Aschers. ex Boiss.	012
<i>Morettia canescens</i> Boiss.	013	
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC	014
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex halimus</i> L.	017
	<i>Hamada scoparia</i> (Pomel) Iljin	016
	<i>Salsola imbricata</i> Forsk.	018
	<i>Traganum nudatum</i> Del.	015
<i>Cistaceae</i>	<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum.-Cours.	019
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrader	047



Cyperaceae	<i>Cyperus cf esculentus</i> L.	048
	<i>Scirpus holoschoenus</i> L..	049
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia balsamifera</i> Aiton	050
	<i>Euphorbia calypttrata</i> Coss. et Dur.	020
	<i>Euphorbia granulata</i> Forsk.	021
F-Fabaceae	<i>Astragalus trigonus</i> DC.	024
	<i>Medicago littoralis</i> Rhode	022
	<i>Retama retam</i> (Forskål) Webb	023
	<i>Psoralea plicata</i> Del.	025
Malvaceae	<i>Hibiscus micranthus</i> L. F.	026
Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i> L.	027
Poaceae	<i>Stipagrostis obtusa</i> (Del.) Nees	028
Polygonaceae	<i>Calligonum polygonoides</i> L. subsp. <i>comosum</i> (L'Hérit) Sosk.	030
	<i>Rumex vesicarius</i> L.	029
Rosaceae	<i>Neurada procumbens</i> L.	031
Scrophulariaceae	<i>Kickxia aegyptiaca</i> (L.) Nabelek	032
Solanaceae	<i>Hyoscyamus muticus</i> L.	033
Tamaricaceae	<i>Tamarix aphylla</i> (L.) Karsten	034
Zygophyllaceae	<i>Fagonia glutinosa</i> Del.	036
	<i>Zygophyllum album</i> L.	035
	<i>Fagonia bruguieri</i> DC.	037

Pour la typologie des groupements, une analyse factorielle des correspondances et des classifications ascendantes et hiérarchiques ont été utilisées pour caractériser les biotopes acridiens dans les zones prospectées et pour constituer un tableau phytosociologique synthétiques en s'appuyant sur les fréquences compensées.

## 2.1. L'analyse factorielle des correspondances

Pour analyser la composition floristique du Sahara algérien, nous avons utilisé l'analyse factorielle des correspondances.

L'axe 1 et 2 de l'AFC totalise des informations de la projection de la végétation dans les zones prospectées. On remarque que ces dernières sont caractérisées par des communautés végétales séparées



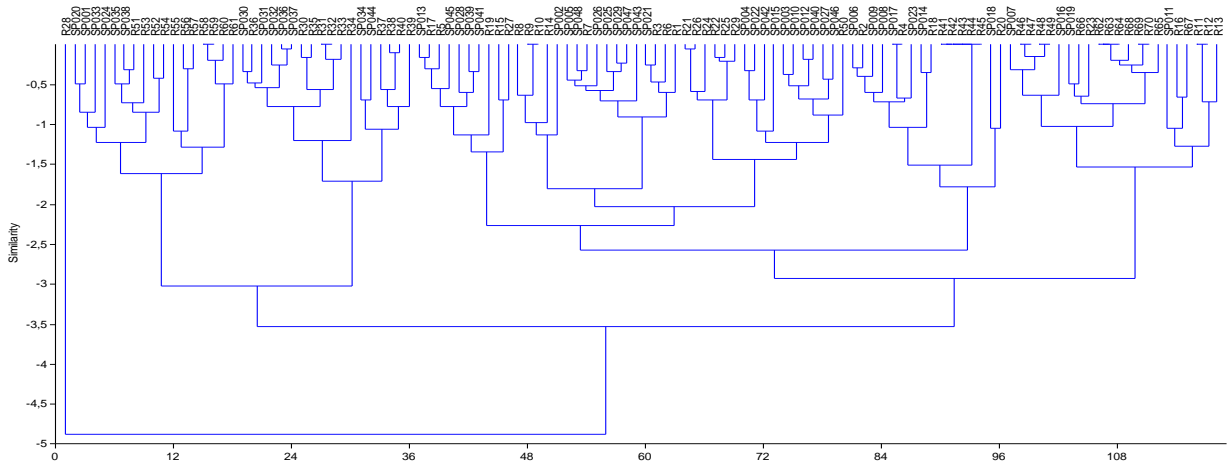


Figure 46 : Classification ascendantes hiérarchiques des groupes d’espèces végétales des zones prospectées dans le Sud algérien

### 2.3. Les groupements végétaux

Un tableau phytosociologique synthétique (espèces / groupements floristiques) est fourni dans le tableau 3. Il met en évidence les relations existant entre les différents groupes de l’AFC et les différents types de biotopes de la région d’étude.

Les analyses (AFC et CAH) ont été réalisées sur un ensemble de 70 relevés et 48 espèces qui constituent la partie active de l’analyse phytosociologique.

Tableau 3 : Tableau phytosociologique des relevés dans la région d’étude

Code	Espèces	A	B	C	D	E	F
004	<i>Centaurea pungens</i> Pomel.	++	-	-	-	+	-
014	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC	+++	-	+	-	-	-
008	<i>Trichodesma calcaratum</i> Coss.	++	-	-	+	-	.
005	<i>Launaea arborescens</i> (Batt.) Murb.	++	-	.	+	-	-

027	<i>Plantago albicans</i> L.	++	-	-	.	+	.
022	<i>Medicago littoralis</i> Rhode	++	-	+	.	.	.
029	<i>Rumex vesicarius</i> L.	++	-	-	+	-	-
023	<i>Retama retam</i> (Forskål) Webb	-	++	.	.	.	.
015	<i>Traganum nudatum</i> Del.	-	++	.	.	.	.
016	<i>Hamada scoparia</i> (Pomel) Iljin	-	+	.	.	.	.
012	<i>Eremobium aegyptiacum</i> (Sprengel) Aschers. ex Boiss.	-	+	.	.	.	.
009	<i>Oudneya africana</i> R. Br.	.	.	++	.	.	.
017	<i>Atriplex halimus</i> L.	.	.	++	.	.	.
020	<i>Euphorbia calytrata</i> Coss. et Dur.	.	.	++	.	.	.
019	<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum.-Cours.	.	.	+	.	.	.
010	<i>Diploaxis harra</i> (Forskål) Boiss.	.	.	+	.	.	.
032	<i>Kickxia aegyptiaca</i> (L.) Nabelek	.	.	+	.	.	.
006	<i>Cotula cinerea</i> Del.	.	.	.	++	-	-
035	<i>Zygophyllum album</i> L.	.	.	.	++	-	-
007	<i>Nauplius graveolens</i> (Forsk.) Wilk.	.	.	.	+	-	-
031	<i>Neurada procumbens</i> L.	.	.	.	+	-	-
036	<i>Fagonia glutinosa</i> Del.	.	.	.	+	-	-
018	<i>Salsola imbricata</i> Forsk.	.	.	.	.	++	.
034	<i>Tamarix aphylla</i> (L.) Karsten	.	-	+	-	++	.
003	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Aiton f.	.	-	-	-	++	.
021	<i>Euphorbia granulata</i> Forsk.	.	+	-	.	+++	.
028	<i>Stipagrostis obtusa</i> (Del.) Nees	-	+	-	..	++	.

011	<i>Anastatica hierochuntica</i> L.	-	-	-	.	++	.
001	<i>Amaranthus angustifolius</i> Lamk.	+	-	.	.	+	.
026	<i>Hibiscus micranthus</i> L. F.	-	+	-	.	+	.
024	<i>Astragalus trigonus</i> DC.	.-	-	-	.	++	.
033	<i>Hyoscyamus muticus</i> L.	-	-	+	-	++	.
030	<i>Calligonum polygonoides</i> L. subsp. <i>comosum</i> (L'Hérit) Sosk.	-	-	-	-	+	.
002	<i>Artemisia judaica</i> L.	-	+	-	.	++	.
013	<i>Morettia canescens</i> Boiss.	-	-	+	-	.	++
037	<i>Fagonia bruguieri</i> DC.	-	-	-	+	-	++
025	<i>Psoralea plicata</i> Del.	-	+	-	-	-	++
038	<i>Francoeuria undulata</i> (L.) Lack	.	.	.	.	.	.
039	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	.	.	.	.	.	.
040	<i>Matthiola livida</i> (Del.) DC.	.	.	.	.	.	.
041	<i>Moricandia</i> sp	.	.	.	.	.	.
042	<i>Muricaria prostata</i> (Desf.) Desv.	.	.	.	.	.	.
043	<i>Malcolmia</i> sp	.	.	.	.	.	.
044	<i>Moltkiopsis ciliata</i> (Forsk.) Johnst.	.	.	.	.	.	.
045	<i>Heliotropium ramosissimum</i> (Lehm.) DC	.	.	.	.	.	.
046	<i>Trichodesma calcaratum</i> Coss.	.	.	.	.	.	.
047	<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrader	.	.	.	.	.	.
048	<i>Cyperus cf esculentus</i> L.	.	.	.	.	.	.
049	<i>Scirpus holoschoenus</i> L..	.	.	.	.	.	.
050	<i>Euphorbia balsamifera</i> Aiton	.	.	.	.	.	.

A chaque biotope correspond une liste des espèces qui composent le tapis végétal. Parmi celles-ci, figurent des espèces qui revêtent un intérêt particulier pour le Criquet pèlerin ou qui constituent des éléments saillants du groupement végétal tant sur le plan écologique que sur le plan physiognomique. Rappelons que l'analyse est effectuée sur la présence / absence des espèces mais la description des groupements prend en compte l'abondance / dominance.

L'analyse floristique du couvert végétal a révélé la présence des groupes floristiques qui se répartissent en fonction de la texture du sol, de la latitude (ou du bioclimat) et de l'anthropisation. Les différents groupes végétaux définis sont essentiellement :

– Le groupe des *Centaurea pungens* et *Paronychia arabica* accompagné d'espèces telles que : *Trichodesma calcaratum*, *Launaea arborescens*, *Plantago ciliata*, *Medicago littoralis* et *Rumex vesicarius* :

– Le groupe *Retama retam* qui se subdivise en deux faciès : un faciès typique et un faciès appauvri. Dans ce groupe, on retrouve des espèces du nord du Sahara, certaines sur regs et plateaux pierreux (*Traganum nudatum*), sur sols légèrement salins ou gypseux (*Hamada scoparia*) ou au niveau des lits d'oueds (*Retama retam* et *Eremobium aegyptiacum*).

– Le groupe à *Oudneya africana* et *Atriplex halimus* sur sols limono-sableux et argilo-sableux humides, le groupe à *Euphorbia calypttrata*, le groupe à *Helianthemum lippii* et *Diploaxis harra* sur sols limono-sableux parfois caillouteux et le groupement *Kickxia aegyptiaca* sur sols limono-sableux avec galets et rocailles.

– Le quatrième groupe dans *Cotula cinerea* et *Zygophyllum album* caractérise les sols alluviaux, zones d'écoulement et d'accumulation des eaux, au Sahara central. Dans ce groupe, on retrouve : *Nauplius graveolens*, *Neurada procumbens* et *Fagonia glutinosa*.

– Le groupe de *Salsola imbricata*, *Tamarix aphylla* et *Calotropis procera*. On y trouve les espèces suivantes : *Euphorbia granulata*, *Stipagrostis obtusa*, *Anastatica hierochuntica*, *Amaranthus angustifolius*, *Hibiscus micranthus*, *Hyoscyamus muticus*, *Astragalus trigonus*, *Calligonum polygonoides subsp. comosum* et *Artemisia judaica*. Ce groupe caractérise les sols sableux et sablo-limoneux des zones de ruissellement et d'épandage réparties entre le Sahara central et méridional.

– Le groupe avec *Fagonia bruguieri*, *Morettia canescens* et *Psoralea plicata*. C'est un groupe réparti principalement dans le sud du Sahara au niveau des zones d'épandage

**Et enfin un groupement mal différencié** car il est très pauvre en espèces ou très peu abondantes dans les biotopes acridiens prospectés répartis entre les biotopes sahariens, septentrional et central

## Discussion

L'aire de rémission du Criquet pèlerin couvre pratiquement tout le Sahara algérien (plus de deux millions de km<sup>2</sup> soit 1/8 de l'aire d'habitat de l'espèce) (GUENDOZ BENRIMA, 2005)

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 et 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 point 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. 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 et 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 ; GUENDOZ BENRIMA, 2005 ; LAZAR, 2005)

Durant notre recherche en 2023, une activité acridienne a touché certaines zones du sud de l'Algérie, surtout au niveau des zones agricoles et certaines zones où une végétation verte abondante a été observée. Les résultats et les données liés à la situation acridienne en Algérie durant l'année de 2023, vise à comprendre les facteurs qui ont contribué à l'apparition et à la multiplication des criquets, et à évaluer les mesures prises pour lutter contre ce fléau.



Les zones de reproduction du criquet pèlerin se situent principalement dans le désert algérien, notamment dans la région de Tamanrasset et d'Adrar. Ces zones sont caractérisées par la présence de plantes cultivées et spontanées, qui offrent aux criquets les ressources nécessaires à leur survie et à leur reproduction. En 2023, des zones de reproduction particulièrement importantes ont été identifiées dans les régions d'Ain Guezzam, Tamanrasset et Adrar.

Selon DURANTON & LECOQ (1990), l'habitat typique du Criquet pèlerin est la steppe désertique où les espèces dominantes sont *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* et *Panicum turgidum*, défini comme l'alliance Acacio-Panicion dans le système phytosociologique de QUEZEL (1965), modifié par BARRY & CELLES (1985). DURANTON et LECOQ (1990) ont décrit plusieurs catégories de biotopes en fonction de leur qualité. Les biotopes de grégarisation offrent les meilleures conditions, capables de favoriser la transition de la phase solitaire à la phase *transiens* (aussi appelée *congregans*), et même la phase grégaire de la précédente. Les environnements moins favorables, ou biotopes de reproduction, permettent à l'insecte de se reproduire en phase solitaire. Dans les milieux plus fortement dégradés, la reproduction de l'insecte est entravée mais ces biotopes de survie peuvent encore être colonisés lors de phases migratoires erratiques.

Les biotopes acridiens en Afrique nord occidentale se classent en quatre types, les biotopes de survie, les biotopes de multiplication ; les biotopes multiplication ; et les biotopes de grégarisation. POPOV et al., (1991)

DOUMANDJI-MITICHE et al. (1996), en comparant des populations provenant des stations irriguées par des pivots à Adrar et des populations provenant de Tamanrasset, région désertique où subsiste une végétation éparse au niveau des oueds, ont noté presque les mêmes résultats pour l'année 1995 que ceux que nous avons observé. Ceci a été confirmé par GUENDOZ BENRIMA (2005) LAZAR (2005) MAHDJOUBI (2017)

La reproduction du criquet pèlerins est favorisée par la présence d'eau et de plantes vertes. Ces insectes ont besoin de végétation pour assurer leur maturité sexuelle, et d'un sol humide pour la ponte et la croissance des œufs. Les facteurs climatiques, tels que les précipitations et les températures, jouent également un rôle important dans la reproduction des criquets. En 2023, les conditions climatiques favorables dans le sud de l'Algérie ont contribué à une prolifération importante du criquet pèlerin.

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. (RAINEY, 1951; GERBIER, 1965; PEDGLEY, 1981),

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 (22 familles pour 50 espèces) dans notre cas. 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)

Pour lutter contre les acridiens, des opérations de pulvérisation manuelles et aériennes ont été menées dans les zones touchées en 2023, où une superficie totale de 798 hectares a été traitée au cours du mois de juin à Adrar, et Aoulef, Zaouiet Kounta et Reggan où les densités ont atteint le seuil d'intervention, portant le traitement total à 1 273 hectares depuis mai 2023. Le

traitement a été achevé en novembre d'une superficie de 10 hectares à Ain Guezzam et en décembre, d'une superficie de 25 hectares à Tamanrasset.

Afin de mieux prévenir et gérer les invasions acridiennes futures, il est recommandé de :

- Renforcer la surveillance des zones de reproduction des criquets.
- Mettre en place des systèmes d'alerte précoce pour identifier rapidement les infestations.
- Développer des stratégies de lutte plus durables et respectueuses de l'environnement.
- Sensibiliser les populations locales aux risques liés aux invasions acridiennes et aux moyens de lutte.

En collaboration avec les autorités locales, les organisations internationales et les communautés locales, il est possible de mettre en place une gestion efficace des invasions acridiennes et de protéger les écosystèmes fragiles du sud de l'Algérie.

# **Conclusion**

## **Conclusion**

Pour connaître les biotopes où les facteurs écologiques limitant la présence acridienne sont présents, nous avons exploitées toutes les données disponibles en Algérie. En lutte préventive, l'Algérie s'est appuyée sur le déploiement d'équipes sur terrain qui ont permis d'obtenir des informations sur le criquet pèlerin et son environnement. L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture a également aidé les pays touchés par le fléau acridien grâce à l'introduction de nouvelles technologies (Système d'Information Géographique, Elocust 3, Global Positioning System).

Cette étude est basée sur l'analyse des données d'archive antiacridien de l'INPV, concernant le Criquet pèlerin dans le Sud de l'Algérie durant l'année 2023, après les pluies et la disponibilité du couvert végétal. Des prospections sont déployés sur le terrain de façon saisonnière dans les zones abritant des criquets pèlerins pour collecter des données. D'après les résultats présentés, en ce qui concerne la période de reproduction, on peut dire que l'Algérie, de par sa situation géographique, se spécialise dans deux périodes : la reproduction printanière, qui a lieu dans le désert central, sous l'influence des dépressions météorologiques du système méditerranéen., et qui s'étend à partir de la fin de l'année et la reproduction automno-hivernale, moins importante, qui est évidente dans le sud du Sahara et s'étend d'octobre à décembre dans les zones sous l'influence des pluies de mousson d'origine atlantique résultant de la montée du front tropical. Seuls le Sahara central et méridional sont concernés par une reproduction régulière ou chronique du Criquet pèlerin (GUENDOUZ-BENRIMA, 2005). Les zones de reproduction se distinguent dans tout le désert algérien et sont représentées par des espèces végétales cultivées, notamment dans la région d'Adrar, et des plantes spontanées de vallée dans la région de Tamanrasset. L'une des conditions environnementales est que le Criquet pèlerin a besoin d'eau et de plantes vertes pour assurer sa survie et sa reproduction. La Végétation verte pour la maturité sexuelle (ou développement larvaire après la ponte) et sol humide pour la ponte et la croissance des œufs.

Selon les cartes qui ont suivi la dynamique des populations et la situation acridienne pour l'année 2023, les prospecteurs ont déployé 42 équipes terrestres et 7 équipes aériennes pendant la phase estivale dans les milieux vitaux de l'extrême sud touchés par les pluies estivales et au sein des zones agricoles irriguées du centre du Sahara. Durant les mois de février et septembre, aucune activité acridienne n'a été signalée. Une superficie totale de 798 hectares a été traitée au cours du mois de juin dans les sites annoncés où les densités ont

atteint le seuil d'intervention. Un traitement total de 1 273 hectares a été effectué depuis mai 2023 et novembre 2023, et une superficie de 10 hectares à Ain Guezzam. En décembre, une superficie de 25 hectares a été traitée à Tamanrasset. Concernant les autres mois, les prospections ont permis de déterminer la localisation de petits criquets, constitués d'insectes adultes solitaires, disséminés dans les zones agricoles d'Adrar, Tamanrasset, Bordj Badji El Mokhtar et Ain Guezzam à travers des signalements de larves ou d'accouplements enregistrés en 2023. Il est possible de distinguer les zones de reproduction dans le Sahara algérien dont les plus importantes se situent dans les régions de Tamanrasset et d'Adrar, notamment les zones de pivots et au niveau d'Ain Guezzam.

À l'avenir, nous pourrions approfondir nos recherches sur l'identification, la description et la localisation de points chauds potentiels de population acridienne en Algérie ainsi qu'évaluer leur potentiel à produire des populations acridiennes dangereuses. Les résultats exemptés seraient : – la localisation des zones présentant des fréquences élevées de présence et de reproduction acridiennes, – l'identification des facteurs favorisant la dispersion et l'agrégation, – l'amélioration des pratiques d'exploration et de préservation des données, – l'amélioration des connaissances géographiques et l'établissement d'un système de référence national. Une fois les zones de reproduction et de multiplication acridiennes identifiées et décrites, des opérations de lutte doivent être planifiées dans ces zones ou dans les zones présentant des risques pour les cultures.

## **Références bibliographiques**



## Références bibliographiques

**ABDERRAHMANE Tankari Dan-Badjo 2003** : Etude du cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (forskål, 1775) sur chou (brassica oleracea) en laboratoire the studying of biological cycle of *Schistocerca gregaria* (forskål, 1775) on the cabbage (*Brassica oleracea*) in aboratory Vertigo. Vol. 6 Numéro.3 : 179-182

**ABDOULAYE A. , 2000.** Linking locust gregarization to local resource distribution patterns across a large spatial scale. *Environmental Entomology* 33:1577–1583.

**BABAH, M.A.O. & SWORD, G.A. 2004.** Linking locust gregarization to local resource distribution patterns across a large spatial scale. *Environmental Entomology* 33:1577–1583.

**BARRY, J.P., CELLES, J.C. & MUSSO, J. 1985.** Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara Algérien. Note IV. Le plateau du Tademaït et ses alentours (carte Ouargla). *Naturalia Monspeliensia, Série Botanique*, 11: 123–181.

**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.

**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.

**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

**CHAPUIS, M. P., PLANTAMP, C., BLONDIN, L., VASSAL, J. M., AND LECOQ, M. 2014.** Demographic processes shaping genetic variation of the solitary phase of the desert locust. *Molecular ecology*, 23(7): 1749-1763.

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

**CLOUTIER A. et CLOUTIER Z. 1992.** The habitat functions of vegetation in relation to the behaviour of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Acrididae: Orthoptera)-a study in Mauritania (West Africa). *Phytocoenologia*, 32(4): 645-664.

**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.

**DESPLAND, E., COLLETT, M., AND SIMPSON, S. J. SMALL 2000-** scale processes in desert locust swarm formation : how vegetation patterns influence gregarization. *Oikos*, 88(3): 52-662.

**DOBSON, H.M. 2001.** Directives sur le Criquet pèlerin. - Lutte antiacridienne. FAO ed, Rome, 47 p.

**DIRSH V.M., 1965** - *The african genera of Acridoidea.* -Cambridge University Press for Anti-Locust Research Center : Cambridge (U.K.), 579 p.

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

**DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI, S., KARA, F., OUCHEN D., & MEHENNI M., 1996** - Comparaison du régime alimentaire de la sauterelle pèlerine *Schistocerca gregaria* à Adrar et Tamanrasset (Sahara, Algérie). - Med. Fac. Landbouwn (Gent, Belgique), 61 (3a) : 745-751.

**DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI S., SEDDIK A., & OUCHEN D., 1996** - Comparaison des indices morphométriques de la sauterelle pèlerine *Schistocerca gregaria* Forsk., 1775 à Adrar et à Tamanrasset (Sahara, Algérie) en 1995. - Med. Fac. Landbouwn (Gent, Belgique), 61 (3a) : 777-780.

**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. & LAUNOIS M., 1980.** - Rapport de mission exploratoire : éléments conceptuels, méthodologiques et logistiques pour la mise en oeuvre d'un programme opérationnel de recherches bio-écologiques sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) dans l'Adrar des Iforas, le Tamesna et l'Aïr. [doc. multigr.]. - FAO / PRIFAS-GERDAT : Rome / Montpellier (France). Rapport n° 0141. 79 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

**DURANTON J.F., FOUCART A. & GAY P.E., 2012.** – Florule des biotopes du Criquet pèlerin en Afrique de l’Ouest. – FAO-CLCPRO/Cirad, Alger/Montpellier (France), 487p.

**FAO.2009.** Locust watch-Desert locust ."food and Agriculture Organisation (FAO) of the united Nation, Rome, Italy. Disponible au (sur<http://www.fao.org/ag/locusts/en/activ/DLIS/Rv4/index.html>).

**FAO CLCPRO.2012.** Bioécologie du criquet pèlerin (Commission de lutte contre le Criquet pèlerin dans la région occidentale).

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

**FAO . 2021.**Commission de lutte contre le Criquet pèlerin dans la région occidentale Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Disponible sur [http://www.fao.org/clcpro/activites/institutionnel/fr/#:~:text=La%20Commission%20de%20lutte%20contre,Occidentale%20\(EMPRES%20DRO\)](http://www.fao.org/clcpro/activites/institutionnel/fr/#:~:text=La%20Commission%20de%20lutte%20contre,Occidentale%20(EMPRES%20DRO)).

**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

**GUENDOZ-BENRIMA. 2005.** Ecophysiologie et biogéographie du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera, Acrididae*) dans le Sud algérien. Thèse doc. INA. Algérie, 212 p.

**GUENDOZ-BENRIMA A., CHARA B., DURANTON J-F., & DOUMANDJI-MITICHE B., 2002** - Caractérisation, par la végétation, des biotopes de multiplication et de grégarisation de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera : Acrididae*) dans le sud algérien. - Revue de Cytologie et Biologie végétale-Le Botaniste (France), 25 (2-3) : 13-25.

**GUENDOZ-BENRIMA, A., DURANTON, J.F., BENHAMMOUDA, M.E.H. & DOUMANDJI-MITICHE B. 2007.** Distribution des populations de Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk 1775 (*Insecta, Orthoptera*) en période de rémission en Algérie de 1983 à 2000.Science et changements planétaires Sécheresse 18: 246–253.

**GUENDOOUZ-BENRIMA, A, DURANTON, J.F. & DOUMANDJI-MITICHE, B. 2010.** Préférences alimentaires de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) à l'état solitaire dans les biotopes du Sud algérien. Journal of Orthoptera Research 19: 7–14.

**HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001.** PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9. URL: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).  
<http://www.fao.org/ag/locusts/fr/archives/1146/index.html>

**INPV.2024.** Rapport pour l'organisation de la lutte antiacridienne en Algérie. 50P

**KAIDI M. 2004.** Bioécologie de *Schistocerca gregaria* forskal,1775 (*orthoptera*, *Cyrtacanthacridinae*) dans la région de l'Ahaggar. Thèse ing, INA el Harrach, Algérie, 132 P.

**KAIDI N., AMROUN C., HOCINE DJ., DOUMANDJI S. AND GHAZALI DJ., 2017-** Biological activity of *Calotropis procera* Ait on mortality and haemogram of *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) and *Locusta migratoria* (Linné, 1758). Advances in Environmental Biology, 11(4) : 37-45.

**KEMASSI A. 2014 :** Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Thèse doc. Univ. Ouargla Algérie. (2005), 242 p.

**LACOSTE A. & ROUX G., 1972 -** L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes Maritimes. I- l'analyse des données floristique. - Ecol. plant., 6 : 353-367.

**LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1993 –** Vade Mecum des criquets du Sahel. Ed. CIRAD / PRIFAS, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°5', Montpellier, 125 p.

**LAUNOIS LUONG M.H. et POPOV ,1992.** 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.,

**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., 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 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. 2012** : Module de formation sur la biologie et l'écologie du Criquet pèlerin Training modules on the biology and ecology of the Desert Locust. Bioécologie du criquet pèlerin. FAO-CLCPRO (Commission de lutte contre le Criquet pèlerin en région occidentale), Alger. 217 p

**MALLAMAIRE A. et ROY J. 2011.** .la lutte contre le criquet pèlerin en Afrique occidentale française p15 et p16

**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 EI HADJ M.D 2004,-** Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse doc. INA. Algérie. 275 p.

**OZENDA P., 1958** - Flore du Sahara septentrional et central. -Ed. du CNRS, Paris, 486 p.

**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., 1968.** - Report on the Niger mission 1966. - FAO, Rome, UNDP (SF) DL/TS/3. 45 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

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

**RACHADI T. 1990.** Guide antiacridien du Sahel. Ed. Cirad / Prifas, Départ. G.E.R.D.A.T, Montpellier, 343 p.

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

**ROFFREY & MAGOR 2003.** Outbreaks and recession population of the desert Locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.). - Bull. Entomol. Res., 59 : 675-680.

**SWORD, G.A., LECOQ, M., AND SIMPSON, S.J. 2010.** Phase polyphenism and preventative locust management. Journal of insect physiology, 56(8): 949-957.

**SYMMONS P.M et CRESSMAN K. 2001.** Directives sur le criquet pèlerin : Le criquet pèlerin biologie et comportement. Ed. Food Alimentation Organisation (F.A.O.), Rome, 43 p.

**TELA-BOTANICA, 2023.** Guide international de Botanique, url: [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org).

**THE PLANT LISTE, 2023.** Guide international de Botanique, url : [www.theplantslist.org](http://www.theplantslist.org).

**UVAROV B.P.S., 1966** - Grasshoppers and Locusts. A Handbook of General Acridology. Volume 1 : Anatomy, Physiology, Development, Phase-Polymorphism, Introduction to Taxonomy. -Anti-Locust Research Centre : Cambridge (UK), 475 p.

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

**VAN HUIS, A., WOLDEWAHID, G. & TOLEUBAYEV, K. 2008.** Relationships between food quality and fitness in the desert locust, *Schistocerca gregaria*, and its distribution over habitats on the Red Sea coastal plain of Sudan. Entomologia Experimentalis et Applicata 127: 144–156.

**WALOFF Z., 1962** - Flight activities of different phases of the Desert Locust in relation to plague dynamics. - Colloques internationaux du Centre national de la Recherche scientifique (Paris), 114 : 201-216.

