

UNIVERSITE DE BLIDA1
Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département des biotechnologies

MEMOIRE DE MAGISTER

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des plantes et environnement

DESCRIPTION DES BIOTOPES DU CRIQUET PELERIN DANS LA ZONE
MERIDIONALE DU SAHARA ALGERIEN

Par :

Brahim BENKHAYA

Devant le jury composé de :

Mme. ALLAL L.	Professeur	UB1	Présidente
Mme. GUENDOUZ BENRIMA A.	Professeur	UB1	Promotrice
Mme. KARA TOUMI F/Z.	M.C.A	UB1	Examinatrice
Mr. BOUNACEUR F.	M.C.A	UT	Examineur

Blida, Mars 2015

Résumé :

Description des biotopes du criquet pèlerin dans la zone méridionale du Sahara algérien.

Notre présent travail consiste en une contribution à une meilleure connaissance du criquet pèlerin dans le cadre de connaître leurs foyers de reproduction et de grégarisation. Ce qui implique : une étude d'état phasaire et régime alimentaire de cet acridien en deux périodes (estivale et automnale) de deux ans (2009 à 2010) au niveau de quelques biotopes naturels au Sahara méridionale Algérien, et leurs caractérisations par les groupements phytosociologiques et écologique. Les observations portées sur les biotopes prospectés nous ont permis d'affirmer que la présence ainsi que la densité de *S. gregaria* sont liées essentiellement à la texture (les sols légers sablo-limoneux fin) et à l'humidité du sol (humidité importante). Concernant la végétation des biotopes nous avons trouvé 75 espèces végétales spontanées (arborées, arbustives et herbacées) présentes dans les lits d'oueds prospectés. L'étude morphométrique de cet acridien, il a été constaté qu'ils ont en état hétérogène des individus solitaires et *transiens*, avec une densité très faible variée entre l'été et l'automne. Le régime alimentaire de cette locuste montre qu'il n'exploite que 15 espèces végétales trouvées dans les fèces des individus acridiens. Le choix alimentaire de criquet pèlerin peu différencié en fonction de sexe. Les plantes les mieux appréciées: *Schouwia thebaica* (88.24%), suivi par *Panicum turgidum* (31.37%) et *Stipagrostis obtusa* de fréquence (15.69%).

Mots clés :

Schistocerca gregaria, morphométrie, régime alimentaire, biotope, phytosociologie, Sahara méridionale, Hoggar.

Summary :

Description to biotopes of the pilgrim locust in the southernmost part of the Algerian Sahara.

Our present work consists of a contribution to better knowledge of the pilgrim locust to know their reproduction and gregarisation. What implies: a state phasaire study and the diet of this acridian in two periods (estival and autumnal) during the tow year 2009 of 2010 on the level of some natural biotopes of the Southerner Algerian Sahara, and their characterizations by the phytosociological and ecological groupings. The observations related to the prospected biotopes enabled us to assert that the presence as well as the density of *S. gregaria* is primarily related on texture (sand-muddy light grounds) and to the moisture of the ground (significant moisture). Concerning the vegetation of the biotopes we found 75 spontaneous vegetable species (raised, shrubby and herbaceous) present in the beds of prospected wadis. In the morphometric study of this acridian, it was noted that thus has an heterogeneous state of the solitary individuals and transians, with a very low density varied between the summer and the autumn. The diet of this locust shows that it ones does exploit 15 vegetable species found in excrement of the individuals acridians. The food choice of pilgrim locust is little but difference according to the sex. The best appreciated plants: *Schouwia thebaica* (88.24%), followed by *Panicum turgidum* (31.37%) and *Stipagrostis obtusa* of frequency (15.69%).

Key words:

Schistocerca. gregaria, the Sahara Southerner, morphometry, diet, biotope, phytosociology, Hoggar.

ملخص:

وصف اوساط الجراد الصحراوي في أقصى جنوب الصحراء الجزائرية.

إن دراستنا تتركز على معرفة الجراد الصحراوي في إطار معرفة بؤر تكاثره وتجمعه، وينجز عن هذه الدراسة : دراسة طول الأعضاء و دراسة النمط الغذائي لهذا الجراد في موسمي الصيف و الخريف للسنتين 2009 الى 2010 ،على مستوى بعض الأوساط الحيوية الطبيعية في أقصى جنوب الجزائر، و مميزاتها بالمجمعات النباتية والايكولوجية. الملاحظات المتحصل عليها في الأوساط الحيوية التي تم فيها البحث سمحت لنا بالتأكد من أن وجود و كثافة الجراد الصحراوي متعلق أساسا ببنية التربة (تربة خفيفة متكونة من الرمل والطيني) ونسبة رطوبتها (رطوبة معتبرة)، بالنسبة إلى النباتات المتواجدة في الأوساط الحيوية (الأودية) المنقب فيها وجدنا 75 نوع نباتي (شجري شجيري و عشبي). دراسة طول أعضاء الجراد المتحصل عليها بينت لنا تباعد الأفراد الذين هم في حالة انعزالية و انتقالية مع كثافة قليلة جدا ومتغيرة بين فصلي الصيف و الخريف. دراسة النمط الغذائي لهذا الجراد بين لنا وجود 15 نوع نباتي معين في فضلات الأفراد المدروسة. الاختيار الغذائي للجراد الصحراوي مختلف قليلا بين الأفراد الذكرية و الأنثوية. النباتات المفضلة بالنسبة للجراد هي:

Stipagrostis obtusa و (31.37%) *Panicum turgidum* ،(88.24%) *thebaica Schouwia*

بنسبة (15.69%).

كلمات المفتاح:

المجموعات النباتية، الأوساط الحيوية، النمط الغذائي، دراسة طول أعضاء الأفراد، الهقار، الجراد الصحراوي *Schistocerca gregaria*، الصحراء الجنوبية الجزائرية.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

✍ A la plus chère dans ma vie : mon épouse *BAYAOUI ZOHRA* et ma fille *SARAH* que

dieu les conserve

✍ Pour les plus chers dans ma vie : ma mère et mon père

✍ A tout mes frères et sœurs, surtout *BAKREN, ABDALKADER, MOUSTAFA, AISSA et*

ISOUF.

✍ A toute la famille surtout mes cousines *ANASRAT et KSOU*, et mes cousins *LAHCEN,*

ABDIAS, SAID, et ABDELKADER.

✍ A tous mes amis de la spécialité protection des plantes et environnement promotion

(2009 / 2011)

✍ A tous mes amis et tous ce qui me connaissent...

Brahim.

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu avant tout et pour tout.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer toute ma gratitude à Mme. Guendouz-Benrima Atika qui a bien voulu m'encadrer et grâce à ses conseils, son aide et sa patience j'ai pu terminer mon modeste travail.

Je tiens à remercier Mme. ALLAL L. pour avoir accepté de présider le jury.

J'adresse mes remerciements à Mme KARA F et à Mr BOUNACEUR F. pour avoir accepté d'être membres du jury.

J'aimerais aussi remercier Melle DJEMAI Y., Technicienne au laboratoire de Zoologie pour son aide et sa gentillesse.

Je tiens à exprimer ma gratitude à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation spécialement Mme NEBIH, Mr DJAZOULI Z.E, Mr AROUN MEF et Mr MAZARI G.

Je remercie également toute l'équipe de la lutte antiacridienne de l'INPV de Tamanrasset qui m'ont autorisé à faire des prospections avec eux.

Je remercie tous les responsables et personnels du département d'agronomie de l'université de Blida de m'avoir facilité les démarches administratives pour l'avancement de mes recherches et la finalisation de cette mémoire.

Finalement, je remercie toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

TABLE DES MATIERES

RESUME	I
DEDICACE	II
REMERCIEMENTS	III
TABLE DES MATIERES	VI
LISTE DES ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES	VII
LISTE DES TABLEAUX	V
INTRODUCTION	01
PARTIE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	05
1. APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CRIQUET PELERIN	05
2. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE L'AHAGGAR	25
PARTIE II : EXPERIMENTATION ET RESULTATS	48
1. PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE	48
2. RESULTATS ET DISCUSSIONS	72
CONCLUSION	110
SOMMAIRE	VI
APPENDICE	VII
A. Liste des symboles et des abréviations	
B. Annexes	
GLOSSAIRE	IX
REFERENCES	X

LISTE DES ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES

Figure 01.1 :	Larve solitaire du 5 ^{ème} stade	07
Figure 01.2 :	Larve grégaire du 5 ^{ème} stade	07
Figure 01.3 :	Larves du 5 ^{ème} stade <i>transiens</i> .	07
Figure 01.4 :	Adulte solitaire du <i>S.gregaria</i>	07
Figure 01.5 :	Imago grégaire immature vieux (rouge foncé)	07
Figure 01.6 :	Imago <i>transiens</i> immature jeune de <i>S.gregaria</i> (rose clair)	07
Figure 01.7 :	Cycle biologique du Criquet pèlerin	11
Figure 01.8 :	Le criquet pèlerin en plein ponte	11
Figure 01.9 :	Les différentes phases d'un criquet grégariapte	12
Figure 1.10 :	Processus de grégarisation chez le criquet pèlerin	15
Figure 1.11 :	Biotope de survie	16
Figure 1.12 :	Biotope de reproduction	17
Figure 1.13 :	Biotope de grégarisation	18
Figure 1.14 :	Aire de distribution du <i>S .grégararia</i> au monde	20
Figure02.1 :	Situation géographique de la région de l'Ahaggar (Tamanrasset)	26
Figure 02.2 :	Diagramme ombrothermique de Gausson pour la région de Tamanrasset en (2000 à 2010).	31
Figure 02.3 :	Climagramme d'Emberger de la région de Tamanrasset (2000 -2010).	33
Figure 02.4 :	Les grandes subdivisions phytogéographiques du Sahara	43
Figure 02.5 :	Les étages bioclimatiques au Sahara.	44
Figure 01.1 :	Photos des sites de survie, de reproduction et grégarisation du Criquet pèlerin au Sahara méridional algérien.	50
Figure 01.2 :	Itinéraire des prospections estivales	51
Figure 01.3 :	Itinéraire des prospections automnales	51
Figure 01.4 :	Différents types de biotopes prospectés dans la partie méridionale du Sahara algérien (Photos prise par Google Map)	52
Figure 01.5 :	Comment choisir l'emplacement d'un prélèvement dans un oued prospecté.	52

Figure 01.6 :	Méthodes de prélèvements des conditions météorologiques sur les sites à prospectés.	53
Figure 01.7 :	Détermination des coordonnées géographique grâce au GPS.	54
Figure 01.8 :	Détermination des coordonnées géographique de la région prospectées sur la carte.	54
Figure 01.9 :	Comment effectuer une prospection acridienne par <i>transect</i> pédestre.	55
Figure 1.10 :	Comptage des criquets par la méthode pédestre.	56
Figure 1.11 :	Comment effectuer une prospection acridienne par véhicule	57
Figure 1.12 :	une prospection acridienne par véhicule.	57
Figure 1.13 :	Vérification de la présence du Criquet ou des indices de passage des populations acridiennes.	59
Figure 1.14 :	Capture des individus pour les différentes expérimentations.	59
Figure 1.15 :	Notation des informations sur le site à échantillonné.	59
Figure 1.16 :	Les étapes de la collecte des plantes sur le site prospecté.	60
Figure 1.17 :	Estimation de l'état de recouvrement, par la végétation, du site.	61
Figure 1.18 :	Etat de verdissement de la végétation.	61
Figure 1.19 :	Détermination de l'humidité au sol.	63
Figure 1.20 :	Schéma des mesures morphométriques standard de Dirsh, (1953)	64
Figure 1.21 :	Mesure morphométrique des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> capturés	64
Figure 1.22 :	Abaque morphométrique de Rungs (1954)	65
Figure 1.23 :	Méthode de conception d'une épidermothique de référence et d'analyse des fèces	67
Figure 02.1 :	Recouvrement et l'état de végétations en été 2010	74
Figure 02.2 :	Recouvrement et l'état de végétations en automne 2010	74
Figure 02.3 :	Plan factoriel 1-2 de l'AFC.	81
Figure 02.4 :	Situation acridienne en été 2010	94
Figure 02.5 :	Situation acridienne en automne 2010	94
Figure 02.6 :	Représentation des rapports E/F et F/C sur l'abaque morphométrique des individus acridiens capturées	97
Figure 02.7 :	Fréquences d'occurrence totale des espèces végétales trouvées dans les fèces des individus captés	100

Figure 02.8 :	Fréquences d'occurrence des espèces végétales trouvées dans les fèces des individus mâles et femelles captés	101
Figure 02.9 :	Fréquence de présence sur le terrain et dans les fèces concernant les plantes sur biotopes où <i>S.gregaria</i> est présent.	103
Photo 1.1 :	Boris UVAROV (1888-1970).	12

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01.1:	Principales différences phasaires chez le criquet pèlerin d'après (Duranton et Lecoq, 1990).	13
Tableau 01.2:	Matières actives sélectionnées dans la lutte antiacridienne	25
Tableau 02.1:	Relevés des vents moyens mensuels et annuels de la région de Tamanrasset en m/s	28
Tableau 02.2:	Relevés d'humidité moyenne mensuelle et annuelle en% de la région de Tamanrasset	29
Tableau 02.3:	Pluviométrie (mm) moyenne mensuelle de la région de Tamanrasset pour l'année 2010 et la période allant de 2000 à 2010	29
Tableau 02.4:	Températures moyennes mensuelles exprimées en °C. de la région de Tamanrasset (2000 – 2011)	30
Tableau 02.5:	Données pluviométriques de la région du Sahara méridional de (1994 à 2004)	44
Tableau 02.6:	Données des températures minimales, maximales et moyennes de la région du Sahara méridional de (1995 à 2005).	45
Tableau 02.7:	Données d'Insolation (nombre d'heures par mois) dans la région du Sahara méridional de (1995 à 2005).	45
Tableau 02.8:	Données de vent moyen mensuel en (m/S) dans la région du Sahara méridional de (1995 à 2005).	45
Tableau 01.1:	Indices morphométriques de <i>Schistocerca gregaria</i> selon Dirsh (1953)	64
Tableau 02.1:	Inventaire floristique récoltés pendant le deux saisons estivale et automnale de quatre ans (2007 à 2010).	75
Tableau 02.2:	Abondance des différents types bio-morphologiques de la flore au Sahara méridional	78
Tableau 02.3:	Abondance des différents types biogéographiques de la flore au Sahara méridional	79
Tableau 02.4:	Tableau phytosociologique du Sahara méridional algérien	83
Tableau 02.5:	Fréquence de texture des sols dans les biotopes prospectés	92
Tableau 02.6:	Mesures morphométriques des individus de <i>S.gregaria</i> captés pendant les prospections	95

Tableau 02.7: Fréquence de présence des espèces végétales dans les lames de fèces.	99
Tableau 02.8: Analyse statistique pour la différenciation entre les taux de consommation des femelles et des males	102
Tableau 02.9: Analyses statistiques pour la différenciation entre le taux de consommation de <i>Schistocerca gregaria</i> et le recouvrement des espèces végétales sur le terrain	105



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le Criquet pèlerin est considéré depuis l'antiquité comme l'un des principaux fléaux de l'humanité dans l'Ancien Monde. Il constitue la huitième plaie d'Égypte citée dans les livres saints. Ses ravages s'étendent à la majorité des pays arides et semi-arides, de la côte ouest de l'Afrique à l'Inde. En période d'invasion, les essaims de Criquet pèlerin peuvent envahir une aire couvrant plus de 29 millions de kilomètres carrés, soit plus de 20 % des terres émergées [39]. C'est l'un des ravageurs le plus redoutable 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 :

- 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 consommé 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 invasions sont un important phénomène spectaculaire et l'ampleur de la dévastation, au milieu de l'invasion, peut être considérable. Les ravages de cette espèce sont connus depuis l'Antiquité et les chroniques médiévales certifient que ses ravages ont continué sans interruption, comme des crises successives. Depuis 1860, huit périodes d'invasions successives ont été inscrites au Sahara [52]: 1860-1867, 1869-1881, 1888-1910, 1912-1919, 1926-35, 1940-47, 1949-1962 et 1986-1989 et 2003-2005. En outre, au cours des trente dernières années, quatre grandes invasions ont été observées : 1968, 1993-1995 et 2003-2005.

Parmi les acridiens, le Criquet pèlerin est considéré comme l'espèce la plus grégariapte (PASQUIER, 1952 *in* [12]). La transformation phasaire, dans les deux sens, se produit aisément et fréquemment. Les extrêmes phasaires sont très distinctes tant sur le plan éthologique que sur les plans éco-physiologiques, morphologiques ou anatomiques.

L'Algérie occupe une position centrale dans l'aire grégarigène. En période d'invasion les essaims y transitent et s'y reproduisent durant les périodes hiverno-printanières et rejoignent au début de l'été la zone de reproduction estivale des pays du sahel. Lorsque les conditions bioécologiques sont favorables l'Algérie constitue une zone de reproduction aussi bien pour les populations autochtones que pour les populations allochtones. Ces derniers proviennent principalement des pays du Sahel (Mali, Niger) et Tchad en fin de 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) [52].

Des périodes successives de pluies abondantes largement réparties au niveau des foyers de grégarisation sont favorables au développement d'une "recrudescence" pouvant elle-même conduire, si elle n'est pas maîtrisée, au développement d'une invasion. Il est important de noter que les prévisions d'invasion acridienne à longue échéance basées sur des considérations biologiques et climatiques n'ont qu'un caractère général et un intérêt régional. Les couloirs d'invasion et les déplacements à grande échelle correspondent assez bien avec les zones de convergence des masses d'air; ce qui implique que l'amélioration dans la précision et le timing de la prévision d'invasion acridienne reste conditionnée par le développement des techniques de prévision météorologiques [1].

L'amélioration du système d'alerte précoce repose largement sur l'accès à des informations météorologiques fiables ainsi qu'à des données issues de la télédétection spatiale pour apprécier, en zone désertique, la pluviométrie et le développement de la végétation favorables aux criquets des prochaines années. La mise au point d'un tel outil de dépistage des zones favorables au Criquet pèlerin en région désertique constituerait indéniablement un atout considérable pour un dispositif de lutte préventive en permettant de n'engager les prospections au sol qu'à bon escient. Un système opérationnel peut très certainement être envisagé assez rapidement pour la région occidentale après quelques travaux de recherche complémentaires. La méthodologie devrait être mise au point sur quelques zones pilotes puis généralisée à l'ensemble des aires grégarigènes à surveiller [1].

En période d'invasion, les dégâts occasionnés se chiffrent en millions, voire en centaines de millions, de dollars EU. Sur une période de neuf ans (1949-1957), les statistiques recueillies par la FAO estiment le total des pertes pour douze pays, parmi les quarante concernés par les invasions, à 42 millions de dollars EU. Etant donné que les statistiques de l'époque étaient très incomplètes, surtout pour les cultures vivrières, il est vraisemblable que la valeur des pertes dépasse largement cette somme [82] . Outre l'incidence des dégâts, il faut prendre en compte le coût de la lutte en période d'invasion. Pour la période 1987-1989, près de 300 millions de dollars EU ont été dépensés pour lutter contre l'invasion naissante (DURANTON, com. Pers).

Le contexte de lutte préventive antiacridienne a fortement intéressé la communauté scientifique qui traite dans une première approche écologique les relations d'origines naturelles régissant les différentes variations influençant les phénomènes de polymorphisme phasaire chez cette espèce acridienne de forte grégariaptitude. Ce paramètre a été positivement corrélé avec la dominance des groupements phytosociologiques qui caractérisent les biotopes de *Schistocerca gregaria* [1] .

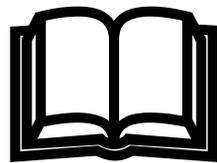
Pour faire face aux invasions du Criquet pèlerin, la lutte chimique a largement contribué à éviter le pire par l'utilisation de tout un arsenal d'insecticides. Cependant, elle a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme et du bétail, la raréfaction et la destruction de la faune utile et les insectes auxiliaires [66].

L'identification et la caractérisation des biotopes du Criquet pèlerin dans le Sud algérien, impliquent, selon [82], qu'il faut décrire l'environnement de cet acridien en prenant en compte sa propre perception des milieux qu'il est en mesure d'utiliser de différentes façons en fonction des ses états phénologiques et phasaires.

[82] ont retenu quatre types de biotopes pour le Criquet pèlerin en Afrique nord occidentale. Il s'agit :

- Des biotopes de survie ;
- Des biotopes de multiplication ;
- Des biotopes multiplication et de grégariation.

Dans le souci de bien connaître les foyers de grégarisation du Criquet pèlerin, notre étude consiste à mettre en évidence la caractérisation des biotopes de *Schistocerca gregaria* dans le Sahara méridional. Ce travail est constitué de deux parties, la première partie (données bibliographiques) contient deux chapitres : un aperçu général sur le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) et la présentation de la région d'étude l'Ahaggar (Tamanrasset) avec une focalisation plus particulière sur le Sahara méridional. La seconde est la partie expérimentale dans laquelle nous avons traité deux chapitres : la (Méthodologie et problématique) et (résultats et discussion). Enfin nous avons terminé notre présent travail par une conclusion générale.



PARTIE I :
Données bibliographiques



CHAPITRE 1 :

Aperçu bibliographique sur le Criquet pèlerin

PARTIE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE 1 : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CRIQUET PELERIN

SCHISTOCERCA GREGARIA (FORSKÅL, 1775)

1.1 Systématique et morphologie de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) :

Schistocerca gregaria est appelé communément Criquet pèlerin, c'est le « *Djrade El Arbi* » qui signifie « Sauterelle des arabes » et « *desert locust* » en anglais ; [31]. Il s'appelle aussi « *Tachoualt* » en *Tamachaq*.

Selon [50], la systématique du Criquet pèlerin est comme suite :

Embranchement : **Arthropodes**

Sous Embranchement : **Mandibulates**

Classe : **Insectes**

Sous classe : **Ptérygotes**

Super ordre : **Orthoptéroïdes**

Ordre : **Orthoptères**

Sous ordre : **Caelifères**

Super famille : *Acridoidea*

Famille : *Acrididae*

Sous famille : *Cyrtacanthacridinae*

Genre : *Schistocerca*

Espèce : *S.gregaria* (Forskål, 1775).

1.1.1 Morphologie :

La morphologie des individus solitaires de *S. gregaria* est différente de celle des individus grégaires et *transiens*.

1.1.1.1 L'œuf :

L'œuf est de couleur jaune claire à brunâtre et se présente sous une forme allongée légèrement incurvée dont la longueur est comprise entre 7 et 8 mm [39]. Les œufs sont pondus groupés dans le sol sous forme d'oothèque surmontée par un bouchon de matière spumeuse [82].

D'après [74], la disposition des oothèques dans le sol dépend de la texture et de l'humidité superficielle de celui-ci.

Les œufs des solitaires sont légèrement plus petits que ceux des grégaires. Par ailleurs, le nombre d'œufs par oothèque est plus élevé chez les solitaires [39].

1.1.1.2 Les larves :

Les larves de la phase solitaire et de la phase grégaire se distinguent par leurs couleurs très diversifiées. Les larves solitaires ont une teinte assez uniformément verte au cours des premiers stades (Fig.1), pouvant devenir brune en fin de développement (deux derniers stades) [39].

En phase grégaire, les deux premiers stades sont essentiellement noirs, les autres stades présentent une maculature assez développée (Fig.2). Quant aux *transiens*, ils possèdent une teinte générale identique à celle des grégaires avec une maculature plus ou moins accentuée (Fig.3) [39]; [65].

1.1.1.3 Imagos et Adultes :

Le Criquet pèlerin est un acridien de grande taille. Les individus solitaires sont plus grands que les individus grégaires ; les femelles mesurent de 6 à 9 cm de long, les mâles de 4,5 à 6 cm. En phase grégaire, les femelles mesurent de 5 à 6 cm de long, les mâles de 4,5 à 5 cm [65]. Cet acridien possède des antennes filiformes, un pronotum, des ailes et des élytres qui dépassent nettement l'extrémité abdominale. Le pronotum est concave latéralement chez les grégaires et convexe latéralement chez les solitaires [73]. La coloration du Criquet pèlerin varie en fonction de l'état phasaire et de la maturation sexuelle. Chez les solitaires, la coloration varie relativement peu avec l'âge contrairement à ce qui est observé chez les grégaires. La teinte générale est à dominance jaune sable, brune ou grise (Fig.4) [39]. Les imagos grégaires immatures sont roses, plus ou moins foncés et les imagos matures sont de coloration jaune uniforme (Fig.5). Les individus *transiens* peuvent présenter des colorations plus ou moins intermédiaires (Fig.6) ([39]).



Figure 1.1 : Larve solitaire du 5^{ème} stade [39] .

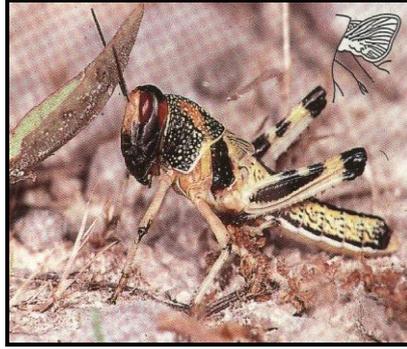


Figure 1.2 : Larve grégaire du 5^{ème} stade [39].



Figure 1.3 : Larves du 5^{ème} stade *transiens* [39].



Figure 1.4 : Adulte solitaire de *S.gregaria*.



Figure 1.5 : Imago grégaire immature vieux (rouge foncé). [39].



Figure 1.6 : Imago *transiens* immature jeune de *S.gregaria* (rose clair) [39].

1.2 Biologie du Criquet pèlerin :

Le cycle biologique du Criquet pèlerin comprend trois états successifs; l'état embryonnaire, l'état larvaire, et l'état imaginal (Fig.7) [23]; [39].

D'après [39], le nombre annuel de générations chez le Criquet pèlerin varie entre 2 et 3 (voire 4) selon les conditions.

1.2.1 Ponte et embryogenèse :

Arrivées à maturité sexuelle, et après accouplement les femelles prospectent activement le milieu à la recherche d'un site de ponte propice qui se caractérise par la dureté du sol, l'exposition au soleil, la teneur en eau, la texture, ainsi que la présence de sels minéraux [40].

La ponte peut avoir lieu dans des sols variés depuis le sable grossier jusqu'au sol argilo limoneux [39].

[24] notent que les œufs sont généralement pondus dans des zones de sol sablonneux dépourvu de végétation.

Généralement, les femelles pondent peu de fois dans la nature, 3 à 4 pontes chez les solitaires, 2 à 3 seulement chez les grégaires [39].

L'eau doit également être disponible en quantité suffisante dans le sol pour, permettre aux femelles de pondre et d'assurer à la fois le développement des œufs et la croissance de la végétation. Cette humidité doit être comprise entre 5 et 15cm de profondeur sinon la ponte n'aura pas lieu (Fig.8) [39].

Selon [82], l'embryogenèse est en fonction des conditions d'incubation ; chez les solitaires elle est de 12 jours dans de bonnes conditions et de 65 jours en mauvaises conditions. Chez les grégaires, elle dure 10 jours en bonnes conditions et 80 jours en mauvaises conditions.

1.2.2 Etat larvaire :

A l'éclosion qui se produit en fin du développement embryonnaire, les pleuropodes de l'embryon sécrètent une enzyme qui facilite la sortie de la première forme larvaire, dite vermiforme ou néonate qui progresse vers la surface du sol par reptation le long du bouchon spumeux de l'oothèque. Très peu de temps après l'éclosion, dès sa sortie à l'air libre, cette larve vermiforme se débarrasse de sa cuticule post embryonnaire au cours de la mue intermédiaire et devient alors une larve de premier stade [50].

Selon [39], le nombre de stades larvaires varie en fonction de l'état phasaire de l'insecte ; il est de cinq chez les grégaires et cinq à six chez les solitaires.

Dans des conditions écologiques identiques, les grégaires se développent plus rapidement que les solitaires [39]; [70].

Par contre, elle dure une trentaine de jours en moyenne au Sahel (PEDGLEY 1981 *in* [82]).

[35], ont noté que la température influe sur la vitesse de croissance et la réussite du développement des acridiens. Par contre l'humidité élevée, selon [62], leur est néfaste.

1.2.3 Etat imaginal :

Avec la mue imaginale s'achève l'état larvaire et commence l'état imaginal. Le terme imago correspond à l'insecte ailé. Le terme adulte est réservé à l'imago en période de maturité sexuelle [39]; [40].

Ces imagos ayant des téguments mous passent par une phase de durcissement cuticulaire qui s'achève après une période de 5 à 10 jours selon la température ambiante ([40]; [39]).

Après durcissement cuticulaire, l'insecte se consacre à la recherche d'un biotope favorable à son alimentation afin de constituer et d'accumuler des réserves de corps gras. Mis à part la possibilité d'une quiescence imaginale qui lui permet de lutter contre l'aridité, le Criquet utilise les réserves accumulées pour effectuer des déplacements de longues distances qui lui permettent d'atteindre des biotopes favorables à la reproduction [39].

1.2.4 Maturation sexuelle :

Cette maturation sexuelle, selon [39], est en fonction des conditions externes, parmi lesquelles l'alimentation joue un rôle important puisque les réserves nutritives servent aussi au développement de l'ovogenèse et de la spermatogenèse d'où l'atteinte de la maturité sexuelle.

Selon ALBRECHT, 1967 *in* [33], une certaine teneur en substances aromatiques de certaines plantes provoque l'accélération du processus de maturation de cette espèce.

Les Criquets mâles commencent leur maturation les premiers. Ils dégagent des substances chimiques qui déclenchent la maturation des femelles (et aussi celle des mâles dont la maturation n'a pas encore commencé) [39].

Suite à cette maturation sexuelle qui est traduite par des parades sexuelles, consistant en une stridulation que les mâles font entendre en présence des femelles, une poursuite, des battements d'ailes au sol et des vols spéciaux, les premiers accouplements vont se poursuivre pendant toute la période reproductive [39].

L'accouplement prolongé selon de GREGORIO, 1996 *in* [45], correspond souvent à l'échange de plusieurs spermatophores, la femelle se livre à des activités multiples telles que l'alimentation, la marche et le vol limité.

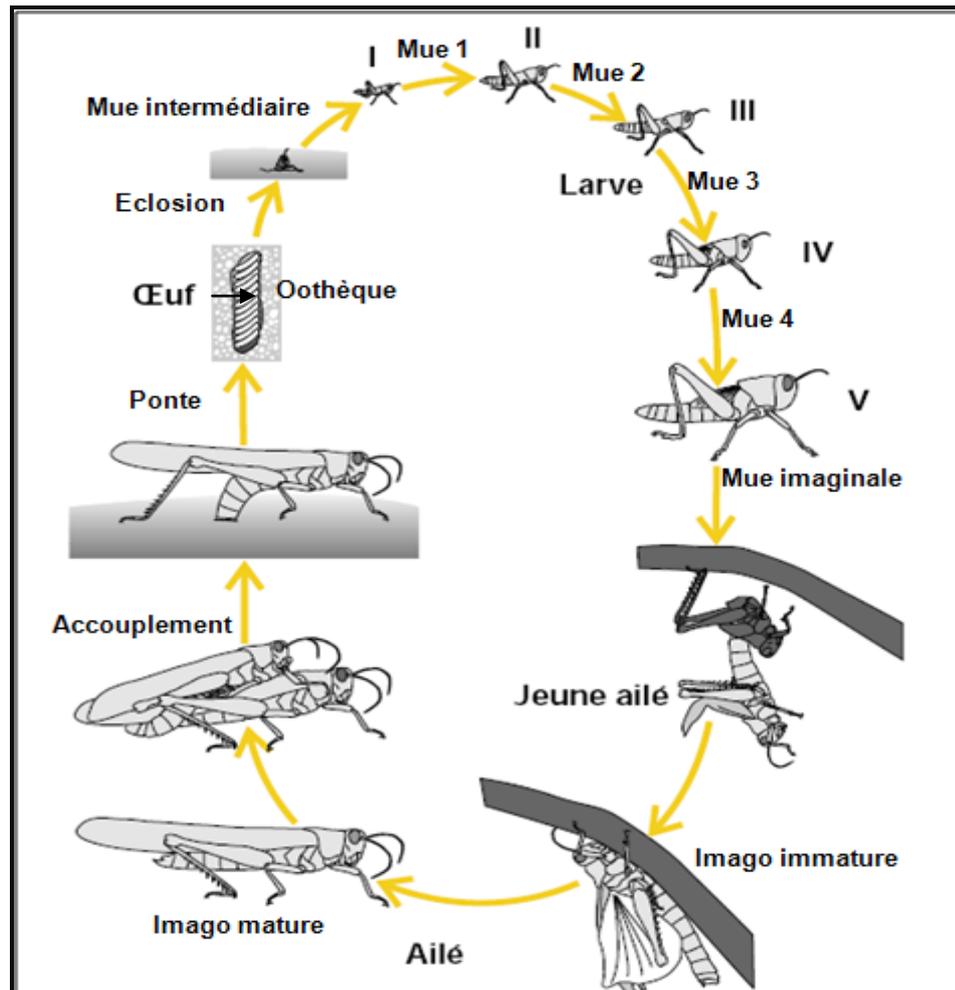


Figure 1.7: Cycle biologique du Criquet pèlerin [24].

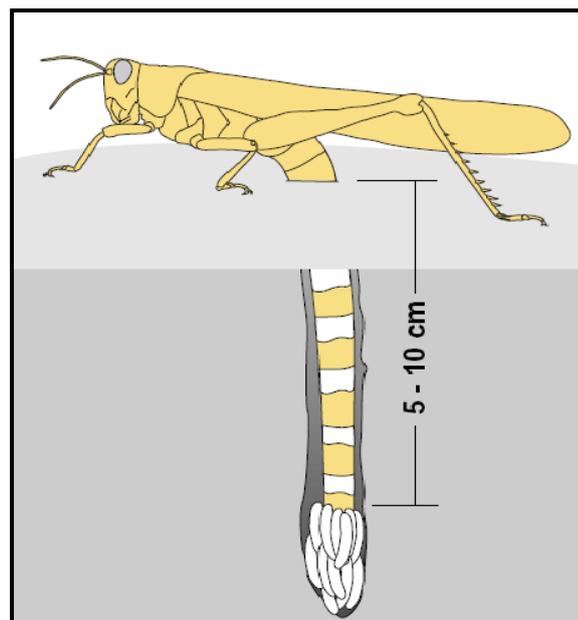


Figure 1.8 : le Criquet pèlerin en plein ponte [24].

1.3 Polymorphisme phasaire :

Le polymorphisme phasaire désigne la faculté qu'ont les acridiens d'une même espèce de Criquet à présenter des formes variées et réversibles ALBRECHT, 1967 *in* [33].

1.3.1 Description :

Le phénomène de phase a été constaté et décrit pour la première fois par UVAROV (1921) *in* [2] chez *Locusta migratoria*.



Photo 1.1 : Boris UVAROV (1888-1970) [2].

Entre les deux phases extrêmes solitaires et grégaires, complètement différentes sur le plan morphologique, physiologique, comportemental et écologique, il existe deux états intermédiaires appelés *transiens*. Les Criquets sont *transiens congregans* quand ils évoluent vers la phase grégaire et *transiens dissocians* lorsqu'ils évoluent vers la phase solitaire (Fig.9) [97].

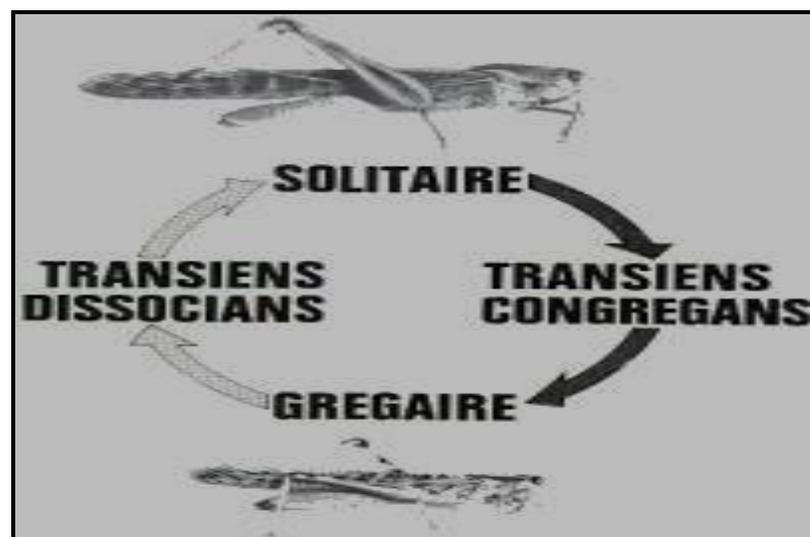


Figure 1.9 : Les différentes phases d'un Criquet grégariapte [40].

Le passage de la phase solitaire à la phase grégaire demande en général plusieurs générations successives (quatre au minimum) au cours desquelles les conditions favorisant la transformation phasaire se maintiennent. Le passage de la phase grégaire à la phase solitaire est beaucoup plus rapide et s'effectue souvent en l'espace d'une ou de deux générations (Tableau.1) [39].

Tableau 1.1 : Principales différences phasaires chez le Criquet pèlerin [39].

Caractères	Solitaires	Grégaires
Comportement	-Pas de groupes -Vol de nuit	- forment des groupes cohérents, des bandes larvaires et des essaims - Vol des essaims de jour
Physiologie et biologie	-5 ou 6 stades larvaires -6 ou 7 stries oculaires -Plus de 90 œufs par ponte -Plus de 3 pontes par femelle	-5 stades larvaires -6 stries oculaires -Moins de 80 œufs par ponte -Moins de 2à3 ponte par femelle
Coloration	- larve : vert uniforme dans les premiers stades, vert ou plus ou moins brun dans les deux derniers - imago : gris ou brun pale bande claire pronotale jaunissement des ailes postérieurs avec l'âge. -pigmentation du corps hétérogène -œil claire -pigmentation des élytres peu contrastée	- larves : nombreuses taches noires sur front jaune ou rouge - imago : rose chez les jeunes ailés ; plus foncé avec l'âge, virant au brun rouge puis au jaune en période de maturité sexuelle, les males devenant alors jaune vif - pigmentation du corps homogène -œil très foncé -pigmentation des élytres très contrastée
Morphométrie	-F /C Mâle 3.75 et plus Femelle 3.85 et plus -E/F Mâle 2.025 et moins Femelle 2.027 et moins	-F /C Mâle 3.15 et moins Femelle 3.15 et moins -E/F Mâle 2.225 et moins Femelle 2.272 et moins
Ecologie	-exigences écologiques strictes	-tolérance écologique accrue
Chorologie	-aire de reproduction et de dispersion limitée aux déserts chauds	-aire de dispersion beaucoup plus vaste, débordant sur les marges méditerranéennes et tropicales des déserts

C : largeur maximale de la tête E : longueur de l'élytre F : longueur du fémur

1.3.2 Facteurs influençant les deux phases :

Le principal facteur déclenchant ce passage d'une phase à l'autre est la densité (Fig.10) ([39]; [40]; [44]).

[39] résumant ces étapes comme suit :

- La concentration : sur des superficies réduites offrant des conditions favorables au Criquet pèlerin ; elle peut se réaliser, d'une part, à l'échelle synoptique grâce au regroupement d'imagos solitaires par les systèmes de vents et/ou, d'autre part, à la méso-échelle par réduction des surfaces habitables.
- La multiplication : permet une augmentation des effectifs, si des conditions écologiques optimales se maintiennent.
- La grégarisation : si la densité critique est atteinte et maintenue au moins le temps d'une génération ; en réalité, le passage de la phase solitaire-type à la phase grégaire-type nécessitera le maintien de conditions favorables pendant au moins 4 générations successives.

Parmi les facteurs abiotiques qui influencent le comportement, la couleur, et la morphologie des imagos et des adultes, nous avons l'humidité, la température et la photopériode ([88] ; [48]).

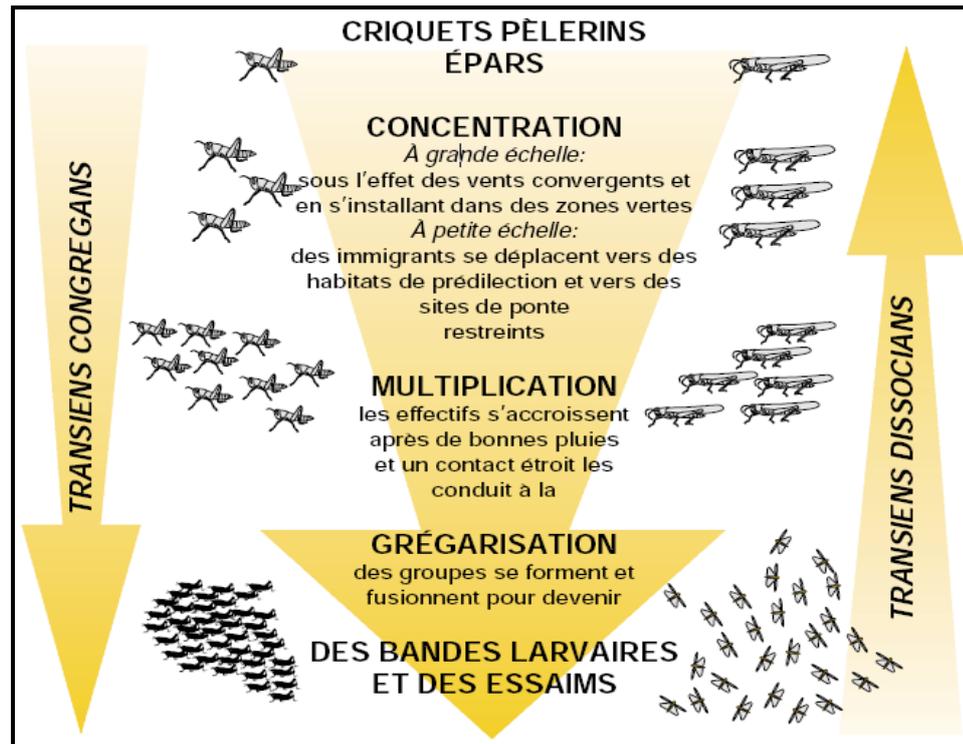


Figure 1.10 : Processus de grégarisation chez le Cricquet pèlerin [24].

1.4 Ecologie du Cricquet pèlerin :

Le Cricquet pèlerin est une espèce xérophile de région désertique, géo-phytophile, à régime alimentaire mixte. On la trouve dans les formations steppiques aux sols sableux ou sablo-argileux, à végétations constituée de quelques buissons, d'herbes pérennes ayant moins d'une mètre de hauteur et de plantes annuelles apparaissant après la pluie [63]. Cependant, un biotope à Cricquet pèlerin peut dès lors être défini comme une unité territoriale écologiquement homogène susceptible d'offrir des conditions plus ou moins favorables au développement de populations de cet acridien, ce qui implique que les biotopes soient spatialement temporellement délimités [39].

1.4.1 Les biotopes de survie :

Où le Cricquet pèlerin peut subsister en attendant l'apparition de conditions meilleures. Il s'agit en fait essentiellement de biotopes extensifs où les apports hydriques sont limités aux pluies et où le ruissellement est plus ou moins important. À l'exclusion de quelques abords de sebkha (en zone saharienne), ce sont des regs de natures diverses et de physionomies variées (regs argileux, limoneux, graveleux, rocailleux...). L'ensemble de ces

biotopes couvre plus de 70 % des surfaces colonisables par le Criquet pèlerin en Afrique Nord-Occidentale (Fig.11) [39].



Figure 1.11: Biotope de survie [1].

1.4.2 Les biotopes de reproduction :

Selon [55], les biotopes de reproduction où le Criquet pèlerin peut non seulement survivre mais trouve une alimentation et une nature du sol qui lui permettent d'effectuer sa maturation sexuelle, une production d'œufs suffisante et la ponte. Il s'agit pour l'essentiel de sables, voire de regs, couverts de végétation, situés à des latitudes relativement basses et où croissent des steppes arbustives plus ou moins denses. Le Criquet pèlerin y bénéficie d'une alimentation acceptable et dispose de perchoirs et d'abris de qualité à ces biotopes typiquement Nord-Sahéliens, il faut adjoindre des biotopes sahariens comme certains abords de sebkhas, des dépressions ou quelques oueds particuliers petits ou moyens (Fig.12).



Figure 1.12 : Biotope de reproduction [1].

1.4.3 Les biotopes de grégarisation :

D'après [55], les biotopes de grégarisation sont des biotopes qui offrent de bonnes (ou de très bonnes) conditions de reproduction susceptibles d'aboutir directement ou indirectement à des densités pouvant entraîner la transformation phasaire. En Afrique de l'ouest, tous les biotopes de grégarisation sont liés au réseau hydrographique et correspondent à des zones d'épandage d'oueds et à des cuvettes endoréiques où les apports en eau sont plus ou moins importants et les ressources hydriques bien supérieures à la seule pluviosité locale.

Selon [46] au Niger, le biotope favorable à la grégarisation du Criquet pèlerin est composé de végétation mixte à *Tribulus sp.*, et *Schouwia thebaica*. Le *Tribulus sp.*, qui germe très rapidement dès les premières pluies, occupe l'espace le premier dès juillet, ce qui permet, dès août, une première reproduction des Criquets. Si les conditions climatiques restent favorables, les *S. thebaica*, apparus plus tard et capables de continuer à pousser jusqu'en février, parfois même en mars, créeront les conditions favorables à de nouvelles pontes et, donc, à l'apparition de nouvelles générations de Criquets pèlerins (Fig.13).



Figure 1.13 : Biotope de grégarisation [1].

1.5 Aire de répartition

1.5.1 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 [55]).

D'après [55], 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), [55].

1.5.2 Aire de rémission :

Selon [71], trois principales régions à travers l'aire d'habitat du Criquet pèlerin sont connues comme étant les plus favorables à la multiplication intensive des populations solitaires du Criquet pèlerin. Dans ces régions, les pluies interviennent soit en saison estivale, soit en hiver et au printemps. Il s'agit de :

- La région occidentale : zones frontalières Algéro-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 des Aggers, le Hoggar, l'Adrar des Iforas, l'Aïr Tamesna, l'Adrar Mauritanien et Zemmour), [65].

En Algérie, les manifestations acridiennes d'ailés et de larves solitaires se situent au niveau des zones d'épandage d'oueds quand la végétation est verte. Ces zones constituent l'aire d'habitat permanent où l'aire de distribution normale de l'espèce [91].

[52], a signalé que l'aire de rémission du Criquet pèlerin couvre pratiquement tout le Sahara algérien. Une activité acridienne est maintenue toute l'année par une persistance diffuse des populations de solitaires.

1.5.3 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 (Fig.14), [2].

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 Mekran 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 [39].

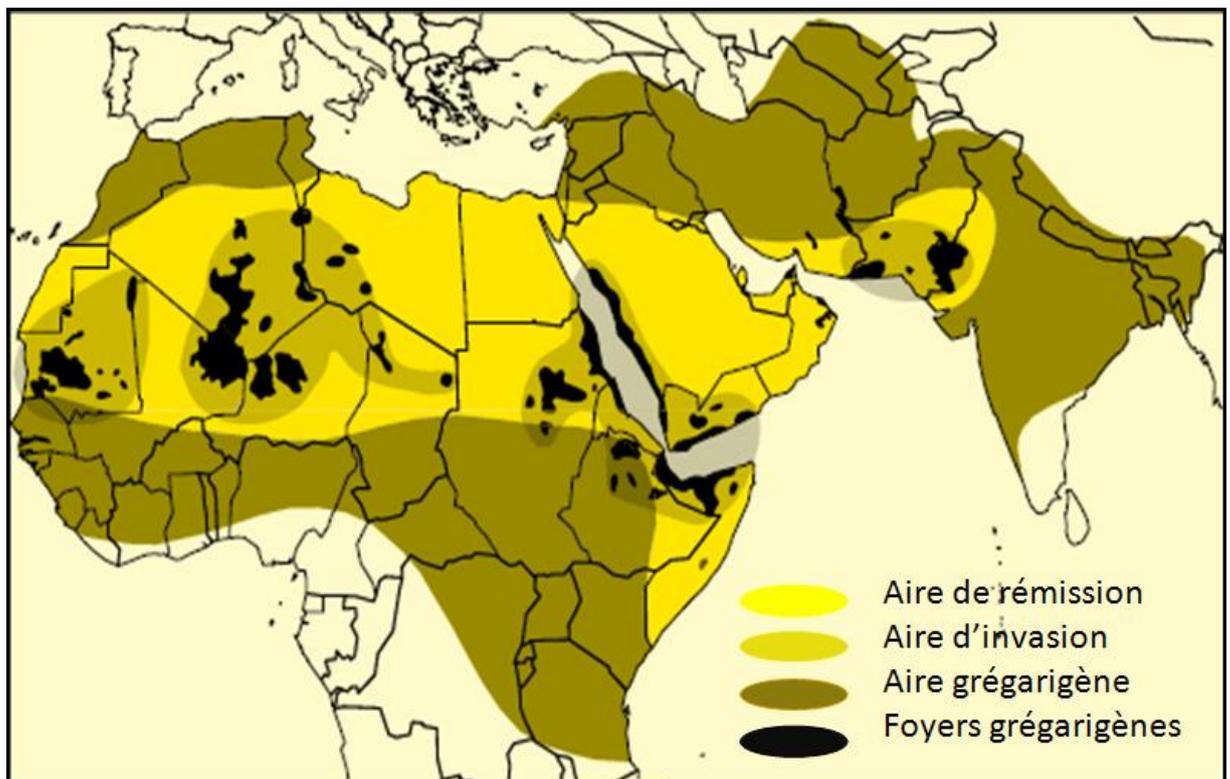


Figure 1.14 : Aire de distribution du *Schistocerca gregaria* au monde [4].

1.6 Importance des dégâts :

(LECOQ et *al*, 2003 *in* [2]) ont mentionné que les dégâts infligés par les acridiens aux cultures et aux pâturages sont de diverses natures :

- ❖ Prélèvement alimentaire sur les feuilles, les fleurs, les fruits, les semences, les jeunes écorces, les repousses et les plantules.
- ❖ Blessures des plantes consécutives aux morsures. Elles ont deux conséquences :
 - Ouvrir une voie d'infection aux parasites et aux maladies végétales.
 - Créer une lésion (section des vaisseaux appauvrissant la plante en sève) entraînant une destruction des tissus 05 à 10 fois plus importante que la prise de nourriture elle-même.
- ❖ Rupture des branches sous le poids des ailés posés en grand nombre.
- ❖ Souillure des surfaces foliaires par les déjections déposées. La photosynthèse en est perturbée.

1.7 Comportement alimentaire :

La nourriture est un facteur écologique important qui peut influencer certains paramètres telles que la fécondité, la longévité, la vitesse de développement des populations ainsi que leurs taux de mortalité [30].

Chez les acridiens, trois types de spécialisations alimentaires ont été décrits par [49] :

La monophagie : c'est la consommation d'une ou de plusieurs espèces végétales appartenant au même genre.

L'oligophagie : c'est la consommation de deux ou plusieurs genres de la même famille.

La polyphagie : c'est la consommation d'au moins deux espèces appartenant à deux familles végétales.

1.8 Lutte antiacridienne :

La stratégie de lutte antiacridienne consiste en la coordination des actions des manœuvres dans le but d'enrayer les départs d'invasions, de réduire l'ampleur des pullulations et si possible, d'empêcher leurs apparitions [40].

1.8.1 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 [65].

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 [39]).

D'après [85], 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.

1.8.2 Lutte curative :

La lutte curative devient nécessaire quand la lutte préventive n'a pas été suffisante pour enrayer les pullulations [66].

Elle ne se pratique qu'en période d'invasion et repose sur une utilisation exclusive de produits acridicides. L'application des pesticides implique au préalable la délimitation de l'espace où évoluent ces populations acridiennes par l'utilisation de la prospection antiacridienne ([75]; [76]).

1.8.3 Principaux moyens de lutte :

Deux principaux moyens sont actuellement utilisés dans la lutte antiacridienne : moyens chimiques et moyens biologiques.

1.8.3.1 Moyens chimiques :

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 pyréthrinoïdes) (Tableau.1.2). 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 [34].

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 acridicides, sans oublier qu'elle contribue à la pollution du sol et des eaux due aux résidus toxiques des produits chimiques [40].

D'après [2], 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.

1.8.3.2 Moyens biologiques :

La lutte biologique est l'utilisation d'ennemis naturels, appartenant soit au règne végétal, soit au règne animal, pour détruire les insectes nuisibles [21].

Les acridiens sont aussi la proie d'un grand nombre d'ennemis naturels vertébrés et invertébrés : prédateurs, parasitoïdes, parasites, agents pathogènes (champignons, bactéries, protozoaires, virus) ([51], [14]).

1.8.3.2.1 Prédateurs, parasites et parasitoïdes :

Les ennemis naturels sont qualifiés de prédateurs quand ils tuent la proie pour s'en nourrir ou de parasites lorsqu'ils se développent au détriment de l'hôte sans pour autant le tuer [51].

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 (SEGUY, 1967; LECLANT, 1996 *in* [2]).

Selon [2], les oothèques d'acridiens constituent une source de nourriture pour de nombreux insectes dont les larves prédatrices se développent dans le sol. Les prédateurs des œufs dont la prédation est à la fois importante et régulière sur les oothèques de Criquets sont les diptères, les coléoptères et les mammifères prédateurs.

1.8.3.2.2 Agents pathogènes :

Se sont des organismes provoquant des maladies, ils semblent offrir des meilleures perspectives en lutte biologique en particulier ceux qui peuvent être formulés pour être épanchés comme bio- pesticides (GRETHEAD et *al.*, 1994 in [1]).

Des protozoaires, bactéries, rickettsies, virus et champignons peuvent nuire aux acridiens (KEVAN, 1992 in [58]).

Les bactéries du genre *bacillus*, *Coccobacilus acridiorum* et *Microoccus acridicida* avaient été enregistrées comme parasites des larves (UVAROV, 1994 ; in [58]; [62]).

Cependant les organismes les plus prometteurs sont des champignons susceptibles d'être cultivés sur des milieux artificiels sans qu'il soit nécessaire de recourir à des hôtes biologiques [51]. En effet, [35] ont cités trois champignons qui peuvent infecter les acridiens : *Metarhizium anisoplae*; *M. Flovoviride* , *Beauveria bassiana*.

1.8.3.2.3 Plantes acridifuges ou acridicides :

Plusieurs espèces végétales ont été étudiées afin de tester leurs efficacités sur les acridiens pour une éventuelle utilisation dans la lutte contre les phytophages, citant par exemple : *Milia* ; le neem, l'harmal, l'eucalyptus, le pommier de soudan, etc... Des substances toxiques ont été isolées des végétaux de famille botaniques différentes mais surtout des *Asteraceae*, où on retrouve toute une gamme de molécules toxiques tel que : *Furanocoumarins*, *alkaloïdes furanoquinolines*, *alkaloïdes béta-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 [58]).

1.8.4 La lutte antiacridiennes de l'INPV :

Face au fléau acridien, au cours des grandes invasions, la lutte chimique a largement contribué à éviter le pire par l'utilisation de tout un arsenal d'insecticides. Cependant, elle a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme et du bétail, la raréfaction et la destruction de la faune utile et les insectes auxiliaires [17].

Tableau 1.2 : Matières actives sélectionnées dans la lutte antiacridien ([40]; [85], [58])

Famille chimique	Matière active	Température active (g/ha)	Température active (g/l)	Mode d'action	Cible à privilégié	Particularité
OP	<i>Chlorpyriphos ethyl</i>	240 à 250	240	Contacte et ingestion	Ailés et larves	/
OP	<i>Diazinon</i>	900 à 960	500	Contacte	Ailés	
OP	<i>Dichlorvos</i>	200	200	Contacte	Ailés	Produit visqueux corrosif
OP	<i>Malathion</i>	960	1000	Contacte	Ailés	Produit visqueux corrosif
C	<i>Bendiocarbe</i>	200	100	Contacte et ingestion	Ailés et larves	/
P	<i>Deltaméthrine</i>	12.5	12.5	Contacte et ingestion	Ailés et larves	/
P	<i>Lamdbacyhal-othrine</i>	40	20	Contacte	Ailés et larves	Possibilités d'allergie cutanées
OP/C	<i>Phoxim / prapoxur</i>	248/42	248/42	Contacte et ingestion	Ailés et larves	Association
OP/P	<i>Fénitrothion/ esfenvaleate</i>	245/5	245/5	Contacte et ingestion	Ailés et larves	Association
MC	<i>Parathion-méthyl</i>	240	240	Contacte et ingestion	larves	Diffusion ralentie en capsulage
MC	<i>Fenithrothion</i>	400	400	Contacte et ingestion	larves	Diffusion ralentie en capsulage
DC	<i>Téflubenzuron</i>	50	25	ingestion	larves	Effet diffère à la mue suivante
OP	<i>fénitrothion</i>	960 à 500	300à 500	Contacte et ingestion	Ailés et jeunes larves	Produit corrosif

MC : micro-encapsulés ; DC : dérégulateurs de croissance ; OP : organophosphorés ; C : carbamates ; P : pyréthrinoides.



CHAPITRE 2:
Présentation de la région
d'étude l'Ahaggar
(Tamanrasset)

CHAPITRE 2: PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE L'AHAGGAR (TAMANRASSET)

2.1 Généralité et historique de la région de l'Ahaggar :

La région de l'Ahaggar renferme un patrimoine culturel qui raconte les nombreuses civilisations qui s'y sont succédées depuis la naissance de l'humanité. En effet, on rencontre des sites archéologiques datant de 600.000 à 1.000.000 d'années, témoignages des premières manifestations humaines ou pré-humaines, et fût durant la préhistoire, une des régions à plus forte densité de population du globe terrestre. Elle fut le théâtre de l'évolution de l'homme, des brassages des migrations et d'événement marquant de lointaines civilisations venues d'orient, de la Méditerranée, et d'Asie et d'Afrique. De ce fait, il existe des dizaines de milliers de gravures et de peintures rupestres datant du Néolithique (scènes de chasse, êtres humains, éléphants, rhinocéros, girafes, etc... des grottes, d'abris sous roche et de gisements de surface de matériels et d'outillages lithiques. Il est également important de signaler la présence de certains sites protohistoriques et historiques dont témoignent notamment les monuments funéraires, Tumuli ou nécropoles, les inscriptions rupestres, les ksours, les palmeraies, les lieux de batailles historiques et les grands axes caravaniers et centres d'échanges économiques antiques. Notons également l'existence de nombreuses variétés de minéraux et de fossiles marins, végétaux, animaux et humains. [96].

2.2 Situation Géomorphologique :

Située à L'extrême sud du pays, la wilaya de Tamanrasset s'étend sur une superficie de 557.906.25 km², soit le quart de la surface globale de l'Algérie.

Comprise entre 0°15'et 10°15' de longitude Est et entre 18°43' et 23°03' de latitude Nord, et traversée par le tropique du cancer (Sud d'In-Amguel), elle est limitée par :

- ❖ La Wilaya de Ghardaïa au Nord,
- ❖ La wilaya d'Ouargla au Nord Est,
- ❖ La Wilaya d'Illizi à L'Est.
- ❖ La Wilaya d'Adrar à l'Ouest,
- ❖ La République du Mali au Sud-est,
- ❖ La République du Niger au Sud-ouest.

L'Ahaggar (Hoggar) est la partie la plus méridionale du Sahara algérien. C'est le plus grand massif montagneux de l'extrême sud de l'Algérie, Traversé par le tropique du Cancer, à 80 km au nord de Tamanrasset. Il s'étire des environs d'In Salah jusqu'à nos frontières avec le Mali et le Niger. Il est limité au nord par le plateau du Tidikelt et la cuvette du Touât, à l'Est par les falaises du Tassili n'Ajjer, à l'Ouest par la plaine du Tanezrouft, au Sud-ouest et Sud-est, par les contreforts de l'Adrar des Ifoghas, de l'Aïr et du Tibesti (Fig.1) (HAMDHIE, 2001 in [55] ; [90]).



Figure.2.1: Situation géographique de la région de l'Ahaggar (Tamanrasset) [7].

2.3 Caractéristiques de la région de l'Ahaggar :

Parmi les facteurs climatiques caractérisant la région de Tamanrasset, les pluviosités et les températures sont détaillés dans ce qui va suivre. Juste après, une synthèse des données climatiques est utilisée à fin de caractériser le climat de la région d'étude.

2.3.1 Éléments de climatologie :

Le climat dans la région de l'Ahaggar est de type désertique caractérisé par des pluies rares et irrégulières et de grands écarts de températures. Le total des précipitations annuelles est extrêmement variable d'une année à l'autre. De longues périodes de sécheresse, dépassant souvent 3 années consécutives, s'observent dans les différentes régions. Le maximum de pluviosité est généralement enregistré pendant les mois chauds, c'est-à-dire en été (de mai à septembre), dans l'Ahaggar central. Aussi, nous observons l'influence d'une forme extrême du climat soudanais alors que dans le Tadmeït-Tidikelt de longues périodes de sécheresse (avec 0 mm de pluies) et des années recevant moins de 5 mm de pluie ne sont pas rares. De façon générale le climat sera différent selon les deux principales régions géographiques de l'Ahaggar, le Tadmaït-Tidikelt au Nord et l'Ahaggar et ses pourtours Tassiliens ([54], [37] et [96]).

L'Ahaggar subi l'influence de deux régimes climatiques. Le régime climatique tempéré (méditerranéen) et le régime tropical (soudanais) les températures diurnes sont très élevées, pouvant dépasser 50°C, et l'amplitude thermique entre le jour et la nuit est souvent supérieure à 35 °c ou 40°C.

L'étude du climat de notre zone nous a posé quelques difficultés. Les indicateurs climatiques (indice d'aridité, diagramme ombrothermique...) utilisés habituellement pour la détermination du climat ont été faits pour des régions sèches, notamment dans la région méditerranéenne. Certes certaines d'entre eux nous renseignent sur le climat général mais très peu sur le climat régional.

L'Ahaggar présente des maxima de température élevées et de grands écarts thermiques entre l'été et l'hiver d'une part et entre le jour et la nuit d'autre par. C'est la sécheresse de l'air et la continentalité qui sont la cause de ces grandes amplitudes thermiques.

Concernant les précipitations, nous pouvons dire selon O, N, M (2009) *in* [98] que durant toute l'année et pendant quelques jours on relève une moyenne de 4,38 mm pour les dix dernières années. Les pluies sont d'origine atlantique et parfois méditerranéenne. Cette insuffisance est sans effet sur la région qui s'alimente à partir des nappes phréatiques et albiennes situées à fleur de terre.

Quant aux températures, il est à noter que la région de Tamanrasset se caractérise par un climat aride avec des étés très chauds et des hivers assez doux. Les écarts de températures sont très importants.

Le vent joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense et de ce fait la formation de dunes ; la vitesse peut atteindre 100 km/h en déclenchant de véritables vents de sables dont la vitesse moyenne ne dépasse guère 35-45 km/h O,N, M(2009) *in* [98] (Tableau.1).

Tableau.2.1 : Relevés des vents moyens mensuels et annuels de la région de Tamanrasset en m/s

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V moy	2.7	3.0	3.7	3.9	3.8	3.9	4.2	4.0	3.7	3.1	2.6	2.5

O,N, M(2009) *in* [98]

Il est à noter que les phénomènes acridiens sont étroitement liés aux conditions climatiques de la zone d'habitat ou de transit. La température et l'humidité en sont les facteurs climatiques les plus importants [79].

L'humidité relative est très faible a Tamanrasset ceci est due à sa situation géographique qui est continentale. Elle est moyenne avec 22%, maximale au mois de Novembre à Janvier où elle atteint 28%. (Durant cette période, Tamanrasset subit l'influence du climat méditerranéen), et minimale au mois de Juin à Juillet avec 17% (Tableau.2).

Tableau.2.2 : Relevés d'humidité moyenne mensuelle et annuelle en% de la région de Tamanrasset

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Humidité	25	22	20	17	17	17	17	20	22	24	26	26	21

O, N, M(2009) *in* [98]

Le total annuel moyen d'insolation à Tamanrasset est de 3400h/an environ 75% du temps réel (MIMOUNI, 1987 *in* [8]).

L'insolation moyenne mensuelle est d'environ 9.2h/j, elle est maximale au mois de Juillet: 10.2h/j, et minimal au mois de décembre : 8.6h/j.

La pluviosité est la quantité de pluie tombée en un lieu donné [37]. Chez les animaux, la résistance à la sécheresse s'accompagne aussi de diverses adaptations morphologiques, éco-physiologiques et comportementales destinées à limiter les pertes d'eau par respiration et excrétion [86]. Les données sur la pluviométrie de la région de Tamanrasset sont mises dans le tableau.3.

Tableau.2.3 : Pluviométrie (mm) moyenne mensuelle de la région de Tamanrasset pour l'année 2010 et la période allant de 2000 à 2010.

		Mois												Cumul
Année		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Précipitation (mm)	2010	0	0	0	0	0	21.08	17.53	11.68	17.53	0	2.79	0	70.61
	2000 à 2010	1.22	0	0.09	0.07	0.28	6.21	7.32	11.22	6.72	6.67	0.51	0.05	40.36

(www.tutiempo.net) *in* [98]

Les pluies sont rares et irrégulières dans la région de Tamanrasset (Tableau. 3). Elles sont absentes en janvier, février, mars, avril, mai et décembre de l'année 2010. Le mois le plus pluvieux durant cette année est juin avec 21,1 mm et le cumul annuel est de 70,6 mm. Par contre durant une période de dix ans (2000 - 2010), le mois le plus pluvieux est le mois de aout (11,2 mm) avec un cumul annuel de 40,4 mm (Tableau.3).

Dans le tableau.4 sont notées les valeurs des températures minimales, maximales et moyennes enregistrées dans la région de Tamanrasset (2000-2010).

Tableau.2.4: Températures moyennes mensuelles exprimées en °C de la région de Tamanrasset (2000 – 2011).

Année	Températures (°C)	Mois											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2010	M	23.4	26.8	28.6	32.7	34.8	36.2	35.9	34.1	31.7	24.1	24.6	24.6
	m	5.4	10.7	14.1	19.2	21.6	24.6	23.7	22.2	19.4	8.6	8.1	8.1
	(M+m)/2	14.40	18.75	21.35	25.95	28.20	30.40	29.80	28.15	25.55	16.35	16.35	16.35
2000 à 2010	M	20.52	23.62	27.17	31.14	31.32	35.71	35.93	34.47	33.69	28.79	25.61	23.03
	m	5.16	8.03	11.88	16.45	20.14	23.33	23.44	22.82	21.27	15.76	10.27	7.50
	(M+m)/2	12.84	15.82	19.53	23.79	25.73	29.52	29.68	28.65	27.48	22.28	17.94	15.26

(www.tutiempo.net) in [98]

M : Moyennes mensuelles des températures maximales exprimées en °C.;

m : Moyennes mensuelles des températures minimales exprimées en °C.;

(M+m) / 2 : Moyennes mensuelles des températures exprimées en °C.

D'après le tableau.4, en 2010, le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne égale à 14,4 °C. Par contre le mois le plus chaud est juin avec une température moyenne de 30,4°C. Durant la période (2000-2010), le mois le plus froid est aussi janvier avec une température moyenne égale à 12,8°C. Par contre le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 29,7°C.

2.3.1.1 Synthèse climatique :

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres [30]. Il est par conséquent nécessaire d'étudier l'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu. Pour caractériser le climat de la région d'étude et préciser sa position à l'échelle méditerranéenne, le diagramme ombrothermique de GAUSSEN (1953) et le climagramme pluviethermique D'EMBERGER (1955) sont utilisés.

2.3.1.1.1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN :

[15] et [30] notent que le diagramme ombrothermique est une représentation graphique montrant les périodes sèches et humides de la région étudiée. [36] ajoute qu'il s'agit de porter en abscisses les mois de l'année et en ordonnées les précipitations et les températures avec une échelle double des premières.

Cependant, [30] note que le botaniste Gaussen considère le climat d'un mois comme sec, si les précipitations P (mm) sont inférieures au double de la température moyenne T ($^{\circ}\text{Celsius}$). De ce fait, on aura $P \leq 2T$ [78].

D'après les données climatiques des tableaux 3 et 4 portant les moyennes des pluviométries et des températures de la région de Tamanrasset, nous avons tracé le diagramme ombrothermique de Gaussen (Fig.5). Ce dernier nous montre que cette région est caractérisée par une période sèche s'étalant sur tous les mois de l'année pour 2010.

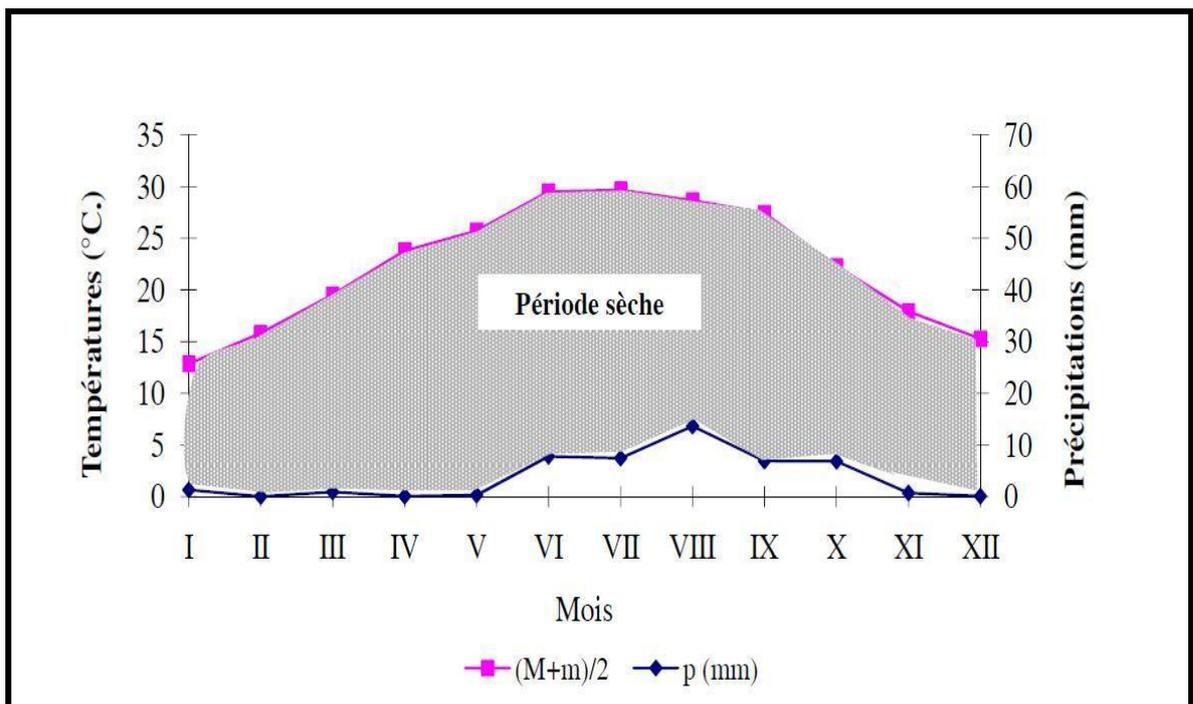


Figure.2.2 : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Tamanrasset en (2000 à 2010).

2.3.1.1.2 Climagramme d'Emberger et étages bioclimatiques :

Emberger a défini un quotient pluviométrique qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen [78].

[86] mentionne que ce quotient est établi initialement pour les régions méditerranéennes. Il permet ainsi de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond [30].

D'après [93] le quotient pluviométrique d'Emberger a pour expression :

$$Q = 3,43P / (M-m) \quad \text{ou} \quad Q = PX100 / (M+m) (M-m)$$

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : Somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimées en °C.

m : Moyenne des minima du mois les plus froids exprimés en °C.

3,43 : Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie

La valeur du quotient pluviométrique d'Emberger calculée pour la région de Tamanrasset sur une période de 10 ans (2000-2010) est de 4,1 avec une moyenne des températures minimales égale à 5,2 °C. De ce fait, on peut dire que la région d'étude est classée dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (Fig. 6).

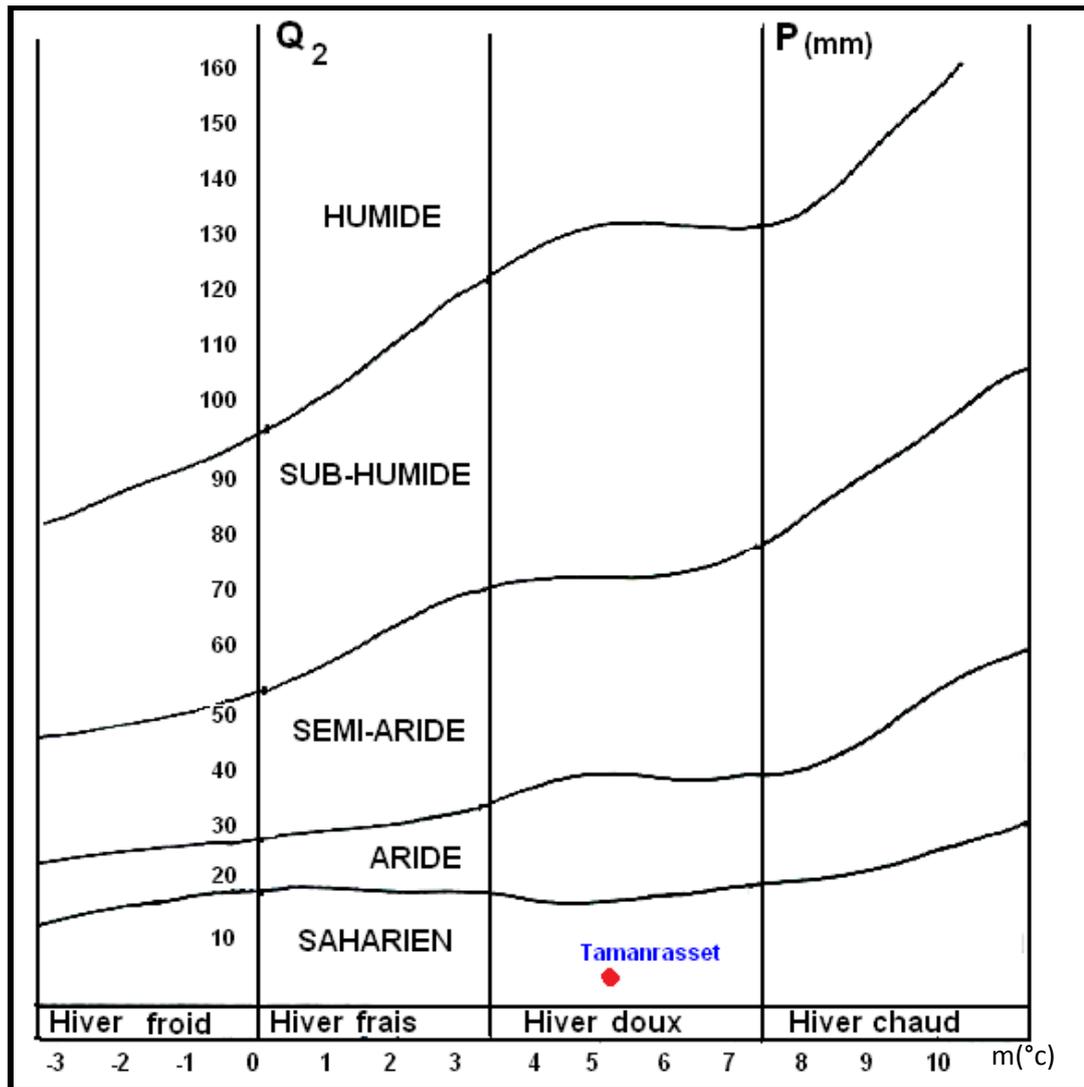


Figure.2.3 : Climagramme d'Emberger de la région de Tamanrasset (2000 -2010).

En conclusion la wilaya de Tamanrasset est une région, se situant dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux, avec une amplitude thermique qui varie entre $32,4^{\circ}C$ en mois de janvier et $36,2^{\circ}C$ au mois de juin, intégrant des nuits froides et des journées très sèches, s'étalant durant toute l'année et donc, la saison hivernale est inexistante.

2.3.1.1.3 Indice d'Aridité :

Pour l'office mondial de la météorologie, l'aridité est le trait d'un climat tel que « les précipitations sont insuffisantes pour maintenir la végétation » (EMBERGER, 1932 cité par [79]). Selon [29], cet indice est créé pour comprendre la répartition de la végétation.

Cet indice nous permet de faire la distinction entre les régions hyper-arides ($I < 5$), celles qui sont arides ($5 < I < 10$) et celles qui sont semi-arides ($10 < I < 20$). (Martonne, 1942 cité par [79], le coefficient de Martonne donne la formule suivante :

$$I = P / (T + 10)$$

I : est l'indice d'aridité

P : est la pluviosité annuelle exprimée en mm

T : est la température moyenne annuelle exprimée en °C.

Les données climatiques représentées par les tableaux cités auparavant nous permettent de constater que l'indice d'aridité est égal à 1,63 pour la période de (2000-2010) qui est très petite ($I < 10$) donc le climat de région étudié très sec.

2.3.2 Géologie, topographie et relief :

L'histoire géologique de l'Ahaggar est mouvementée et marquée par des phénomènes majeurs : Orogénèse, pédiplanation, basculements, transgressions et régressions marines, glaciations, volcanismes, sédimentation, érosion fluviale et éolienne qui ont façonné les roches et les paysages.

La région de l'Ahaggar est le plus grand massif montagneux de l'extrême sud de l'Algérie et est située au cœur du plus grand désert du monde, le Sahara.

L'Ahaggar est constitué plus précisément de granit et de schistes cristallins du vieux socle, auxquels s'est surimposé un relief volcanique récent, responsable des paysages typiques de l'Atakor vers le sud d'Ahaggar, est prolongé par les massifs cristacac de l'Adrar des Ifoghas [8].

Outre les massifs volcaniques du centre et les Tassilis environnants, l'Ahaggar comprend trois grands ensemble de bassins et de sous bassins versants qui sont le bassin versant du *Mekergane*, le bassin versant du Tanezrouft et le bassin versant du Tchad. Le grand bassin versant du *Mekergane* comprend, en ce qui concerne le parc national de l'Ahaggar, le bassin versant septentrional de l'*Ahnet* où l'on trouve *Assouf Meliene*, le bassin versant occidental du *Mouydir* (appelé aussi bassin du Botha), et le bassin versant méridional du *Tadmifit*. Le bassin versant du Tanezrouft comprend le bassin versant sud

de l'*Ahnet* et du *Mouydir* dans l'*Assedjrad*, le bassin versant sud-ouest de l'Ahaggar avec les oueds Tamanrasset et *Tekouiat* et le bassin septentrional de l'Adrar des Ifôras ([22] ; [96]).

Tamanrasset s'étale sur une région plutôt montagneuse, elle est surplombée par le massif de :

- l'*Atakor*, d'où son climat et son intérêt touristique.
- Le mont Tahat, 2918 m (le plus haut sommet du Hoggar)
- *Ilamane*, sommet légendaire à 2760 m d'altitude
- *Assekrem*, abrite l'ermitage du Père Foucauld (2778 m)

2.3.3 Milieu physique :

Le milieu physique joue un rôle important dans la répartition de la flore. Il est constitué de trois réalités géographiques et physiques distinctes *Tidikelt*, L'Ahaggar et la bande frontalière [96]. Elle présente :

- Au Nord, une région relativement plane, composée de plateaux (*Tadmait*), et de plaines (*Tidikelt*) parfois recouvertes d'ergs et renfermant des ressources hydriques appréciables et d'importantes ressources énergétiques.

- Au centre une région de relief, l'Ahaggar et ses pourtours Tassiliens (Tassili d'Ahaggar, *Assedjrad*, *Ahnet*, *Immidir*, *Timmissaou*, une partie du Tassili N'Ajjer) et dont les ressources sont entre autres (minéraux, tourisme,...).

- La troisième entité géographique, du fait de ses spécificités propres est représentée par la bande frontalière avec les régions du Ténéré, du *Tafessasset*, In-Azaoua, In-Guezzam et Tinzaouatine.

2.3.4 Pédologie et sols :

Le sol est le produit d'altération des roches par différents agents atmosphériques (pluie, gel, vent) ou biologiques (racines, micro-organismes). Les facteurs de pédogenèse ne sont guère favorables à la constitution des sols en milieu désertique, en raison de la dureté et de la rareté de ces facteurs (pluie irrégulière, variations thermiques très importantes, rareté de la végétation) [80].

Les sols sahariens sont en général des substrats géologiques modifiés seulement par l'érosion aqueuse et éolienne, sauf sur quelques points privilégiés où une humidité plus ou moins constante permet un peu d'humidification. [12]

Ces derniers sont en général suffisamment pourvus en élément fertilisants indispensables aux plantes car, du fait de l'absence d'infiltration et de lessivage, les éléments minéraux ne sont pas entraînés en profondeur (GRENOT, 1976 *in* [12]).

Les sols désertiques présentent une activité microbiologique certaine (GRENOT, 1976 *in* [12]) mais d'une intensité moindre que sous des climats plus favorables.

Les dunes représentent au Sahara un milieu relativement humide ; même si l'évaporation y est importante superficiellement l'eau reste dans les couches profondes des dunes. Elle est facilement cédée aux plantes car elle n'est pas liée au sable (GRENOT, 1976 *in* [12]) ; cette dernière constitue une eau libre.

On distingue plusieurs types de sols (DJEBAÏLI et *al.*, 1983 ; HALITIM, 1988 ; KADI HANIFI, 1998 *in* [3]).

- Les sols minéraux bruts ou sols très peu évolués sont localisés principalement sur les sommets des djebels et sont soumis à une érosion hydrique intense. Ces sols caractéristiques des forêts et des matorrals, comportent :

- Les lithosols sur les roches dures (grès ou calcaires),
- Les régosols sur les roches tendres (marnes et calcaires marneux),
- Les sols minéraux bruts d'apport alluvial dans les lits des oueds caillouteux.

- Les sols peu évolués regroupent :

- Les sols d'origine colluviale sur les piedmonts des djebels et les glacis,
- Les sols d'origine alluviale dans les lits d'oued, les zones d'épandage et les dayas,
- Les sols d'origine éolienne avec des formations sableuses fixées.

- Les sols calcimagnésiques regroupent les sols carbonatés parmi lesquels on retrouve :

- Les rendzines humifères sur les versants des djebels,
- Les sols bruns calcaires à accumulation calcaire xérifiée qui sont très répandus sur les glacis polygéniques du Quaternaire ancien et moyen,
- Les sols à encroûtement gypseux qui sont plus rares, représentés par des petites plages dans les zones de grès alternant avec les marnes et argiles versicolores.

Les sols carbonatés sont les plus répandus en Algérie, notamment dans les écosystèmes steppiques et présahariens où ils représentent de vastes étendues encroûtées (HALITIM, 1988 *in* [3]).

- Les sols isohumiques sont représentés dans les glacis d'érosion polygéniques du Quaternaire récent. Ils regroupent les sols à encroûtement calcaire ou gypseux. On les retrouve dans les régions arides lorsque les précipitations sont inférieures à 200mm/an.
- Les sols halomorphes regroupent les sols salins (*solontchak*) profils AC et les sols salins à alcalis (*solontchak-solonetz*) profil A (B) C. Ces sols sont généralement profonds et localisés dans les chotts et les sebkhas. Ils sont pauvres en matière organique. Leur salinité est chlorurée, sulfatée sodique et magnésienne.

Les sols sont soumis à une forte érosion hydrique et éolienne due aux conditions climatiques et à la forte action anthropique qui diminue le couvert végétal. L'érosion éolienne affecte principalement les régions arides et semi-arides. L'action du vent emporte les fines particules telles que les sables et les argiles et laisse sur place un sol caillouteux qui devient improductif. Près de 600 000 ha de terres en zone steppique sont totalement désertifiées sans possibilité de remontée biologique. L'érosion hydrique affecte 28 pourcent des terres de l'Algérie du Nord. Ce sont les terres à fortes pentes des massifs telliens qui sont les plus touchées. L'érosion se manifeste par la formation de rigoles et de ravines sur tout le versant avec affleurement de la roche-mère et une évolution en bad-lands (HADJIAT, 1997 *in* [12]).

2.3.5 Réseau hydrographique :

L'eau est le facteur écologique limitant par excellence dans l'Ahaggar. Sa rareté associée aux fortes températures et aux vents chauds et secs continuels se traduit par des conditions de vie difficiles aussi bien pour la faune sauvage que pour l'homme et son bétail. [8]; [96].

L'Ahaggar est de fait situé dans le plus grand des déserts et le plus extrême Sahara. Mais contrairement aux autres régions de ce Sahara, l'Ahaggar bénéficie d'un régime de pluies quelque peu favorable faisant que l'eau est une ressource, certes limitée, mais disponible en différents endroits ([54] et [3]).

2.3.5.1 Les oueds :

Les oueds, appelés en *Tamachâq* «*Aroug*», sont le plus souvent à sec. Il s'agit en fait beaucoup plus de canaux de drainage des eaux de pluies superficielles. Les dimensions en longueur et en largeur des lits d'oueds sont très variables, on observe souvent dans les grands oueds des largeurs dépassant plusieurs centaines de mètres. Les oueds présentent des débits importants quelques heures seulement après la chute des pluies, ce qui se traduit par des crues importantes. Bien qu'elles ne durent que quelques jours, voire quelques heures seulement, ces crues sont dévastatrices et emportent tout sur leur passage [54].

Il est pratiquement impossible de dénombrer tous les oueds avec leurs affluents primaires ou secondaires. On ne peut que citer quelques-uns parmi les plus importants, tels les oueds *Tamanrasset*, *Sersouf*, *Tafassasset*, *Tin Tarabine*, *Enki*, *Igharghar* et bien d'autres encore. Les oueds de l'Ahaggar prennent naissance dans les parties élevées du massif de l'Atakor, à l'exception du *Tafassasset* qui prend naissance dans l'erg *Tihodaine*. Ce dernier (*Tafassasset*), alimenté jadis par de nombreuses sources, était le plus grand fleuve du Sahara central [55].

2.3.5.2 Les sources :

D'après [42], l'Ahaggar doit à son altitude et sa constitution géologique une richesse en sources. Nous citons la source permanente de *Tahabort* qui se situe à environ quinze kilomètres au nord de *Tamanrasset*.

2.3.5.3 Les gueltas :

Ce sont des puits profonds et permanents où vivent poissons, amphibiens, mollusques et crustacés. Dans certaines gueltas des tassilis, quelques crocodiles ont réussi à subsister. L'eau étant le facteur de toute vie au Sahara, les gueltas sont primordiales. Elles recèlent des relictés témoins vivants de flore et faune autrefois beaucoup plus riche au bord de ces points d'eau, une flore particulière : mousses lichens, menthe sauvage, roseaux, joncs tahli, chiendent, laurier rose, poussent en abondance. Les eaux elles mêmes recèlent algues et diverses plantes aquatiques [96].

2.3.6 Faune et flore

2.3.6.1 La richesse faunistique :

Les animaux du Sahara ont également mis en place des stratégies pour économiser l'eau et éviter la chaleur extensive : couche épaisse de chitine et vie sous terre pour les scorpions et insectes, récupération de la vapeur d'eau contenue dans l'air pulmonaire en le faisant condenser dans les narines , production de fèces hyper asséchées et d'urine très concentrés voire solide chez certains oiseaux, pertes des glandes sudoripares, couleur claire de la robe pour réfléchir le soleil, recherche de l'eau et de nourriture la nuit, accumulation d'eau dans des poches internes, surdimensionnement des oreilles qui servent de radiateur pour régler la déperdition calorifique (fennecs, chat des sables), pelage à poils courts permettant une meilleure thermolyse, augmentation de la température interne pour éviter de transpirer [96].

[54] a noté que trente six espèces de Mammifères terrestres et volants sauvages ont été recensées dans les régions de l'Ahaggar. Parmi ces espèces, nous citons : le mouflon à manchette, la gazelle dorcas, le fennec le renard famélique, le guépard, le rat épineux, le daman des roches...

Ce décompte correspond aux espèces rencontrées actuellement et celles ayant disparues au cours des dernières décennies. Ces espèces représentent 8 ordres, 18 familles et 29 genres, cette diversité faunistique reste notable pour la région du Sahara central (Annexe 01).

Concernant les espèces aviaires, la région de l'Ahaggar recèle un nombre important de ces dernières qui sont sédentaires. Ils sont présents le plus souvent autour des points d'eau et des gueltas. A cette avifaune sédentaire s'ajoute des milliers d'oiseaux migrateurs qui viennent passer l'hiver dans un climat plus clément. La présence de lits d'oueds et de gueltas permanentes dans l'Ahaggar, attirent et canalisent la majorité de ces migrateurs. On peut citer quelques oiseaux rencontrés dans le Hoggar, il s'agit de : traquet à tête blanche (*Oenanthe leucopyga*) oiseau porte-bonheur de l'Ahaggar, le traquet du désert (*Oenanthe deserti*), (Annexe 01) [54]; [96].

[54] a noté la présence de certains reptiles endémiques au Sahara, c'est le cas des Agamidaetels. La présence notable d'un Gekkonidae en l'occurrence, *Ptyodaclus*

hasselquisti a été remarquée dans l'ensemble des milieux parcourus. En ce qui concerne les serpents, la présence de la vipère à corne Cérastes a été largement observée, de même que la couleuvre à collier du Sahara. Parmi les batraciens, seule une représentante de la famille des Ranidae a pu être rencontrée, il s'agit de la Grenouille verte (*Rana radibundia*) et d'un crapaud vert (*Bufo viridis*) (Annexe 2).

Quant aux arthropodes, ils sont représentés par la classe des Arachnides à savoir les acariens, les scorpionides et les aranéides et celle des insectes par plusieurs ordres à savoir les Odonatoptères, les Mantoptères, les Orthoptères, les Hétéroptères, les Coléoptères, les Hyménoptères et les Diptères [38]. [57] est noté qu'à Tamanrasset, en plus de la sauterelle pèlerine *S.gregaria* et de deux espèces spécifiques *Sphodromerus cruentatus* (*Calliptaminae*) et *Poekilocerus hyeroglyphus* (*Acrididae*), ils ont noté aussi la présence de 07 autres caelifères (Annexe 01).

La faune du Hoggar reste variée de nos jours. Parmi ces espèces, nous citons : le Mouflon à manchette, la Gazelle dorcas, le Fennec, le Renard famélique, le Guépard, le Rat épineux, le Daman des roches : espèce en danger.

Le principal animal du Sahara reste le dromadaire. Sans lui, l'homme n'aurait absolument pas pu vivre au Sahara. Il a en effet une exceptionnelle résistance à la chaleur et à la soif : même quand la température dépasse les 50°, il peut rester sans boire plusieurs jours de suite. Le dromadaire de somme, plus massif que le dromadaire de selle, peut porter jusqu'à 250 kg de marchandises d'un bout à l'autre du Sahara.

2.3.6.2 La richesse floristique :

La répartition de la flore spontanée de l'Ahaggar varie selon les différentes zones climatiques et la nature géomorphologique des milieux tels que : massif montagneux, plateau, reg, erg, hamada, gueltas. La végétation pérenne des différents écosystèmes est relativement connue. Toutefois, il serait fort intéressant d'aborder une étude phytosociologique des différents groupements afin de mettre en exergue l'importance de la dynamique de la végétation qui demeure le facteur influant sur la présence et la richesse des proies potentielles telles que : les gazelles, les mouflons, etc... [96].

La flore du massif du Hoggar est estimée à quelques 300 espèces [80]. Elle comprend des espèces propres au Sahara, auxquelles s'additionnent des éléments méditerranéens et

tropicaux. La cohabitation d'origines aussi différentes s'est maintenue grâce à la remarquable adaptation développée par ces plantes depuis les premières ères géologiques [96].

Par suite des nombreux changements climatiques survenus à Tête quaternaire, la flore de l'Ahaggar, outre les espèces endémiques et spécifiques au Sahara central regroupe des espèces végétales d'origine biogéographiques diverses: saharo-sindienne (Perse, Inde, Egypte, Arabie, Palestine), méditerranéenne (Bassin de la méditerranée) et soudano-décanienne (Soudan, Angola). Elle est très variée dans sa composition systématique et est représentée, à titre indicatif, par autant de familles que dans la flore européenne. On rencontre des plantes spécifiques à ces zones mais aussi des interpénétrations d'autres végétaux, [55].

On distingue trois types de végétations suivant les unités géomorphologiques :

2.3.6.2.1 La végétation des oueds :

Sur le plan floristique le Sahara central (hautes montagnes exclus) est caractérisé par le développement relativement important d'une flore d'origine Sahélienne où les arbres et les arbustes épineux jouent un rôle de premier plan: *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *maerua crassifolia*, *Balanites aegyptiaca* et on ajoute *le calotropis procera*, *Tamarix articulata* et *panicum turgidum* [83].

2.3.6.2.2 La végétation des hautes montagnes :

Les montagnes suffisamment élevées au Sahara ne sont pas très nombreuses; il s'agit essentiellement du Hoggar et ses annexes (*Tefedest*, *Mouydir*, du Tassili des Ajjer, et du Tibesti). Il ajoute les ilots culminaux des chaînons les plus septentrionaux du massif de l'Air [83]. La végétation nettement Saharienne qui existe dans ces montagnes est relativement riche représentée par des espèces d'origine méditerranéennes: *olea laperrini*, *Myrtus nivellei*, *Lavandula sp*, *celsia sp*, *Teucruim poluim* ([12]; [80]).

2.3.6.2.3 La végétation des points d'eau :

- Dans les gueltas, d'importantes formations végétales peuvent se développer telle que *Typha elephantina* généralement associée à *Néruim oleander*, on y rencontre de nombreuses espèces de plantes herbacés dont les plus représentatives sont *Erianthus*

ravennae, *joncus maritimus*, *Equisetum ramosissimum*, *cyperus laevigatus* (MAITRE, 1971 in [3]).

[90] lors d'une promenade botanique dans la région de l'Ahaggar, ont noté la présence de 26 espèces d'arbres, 39 espèces arbustives et 140 espèces herbacées ainsi que 12 espèces exotiques appartenant à 67 familles (Annexe 02). En effet, selon l'altitude, il existe 3 types de végétations :

- Une végétation des basses et moyennes altitudes (600 à 1400 m) inféodée aux lits d'oueds, aux zones d'épandage large ainsi que près des points d'eau. C'est le domaine des Acacias, des Tamarix et des palmiers du désert.
- Une végétation des moyennes et hautes altitudes (1500 à 2500 m), de souche tropicale, Elle est progressive dominée par les espèces pérennes, inféodée aux vallées, gorges, lits d'oueds, pénélaines, ravinelles et bas versants des massifs granitiques, représentée par l'olivier sauvage, le sumac, le myrte du Sahara, la lavande Antinea, l'armoise champêtre, etc.
- Une végétation de hautes montagnes (2500 à 3000 m), occupant les plateaux basaltiques rocaillieux, les éboulis et les bas versants des montagnes. Elle se compose notamment de l'armoise blanche, la germandrée tomenteuse, Féphédra, la clématite, le chou, etc... ([54]; [90]; [96]).

2.4 Spécificité de la zone d'étude (Sahara méridionale algérien) :

Selon [37] et [11], la limite du Sahara méridional est mal définie, car la présence de reliefs, même faibles, de vallées puissantes et larges apportent des discontinuités dans la distribution de la flore – une végétation de type saharien accueille des éléments floristiques inhabituels – en réponse à la redistribution du facteur essentiel à la vie : l'eau.

Le Sahara méridional algérien est caractérisée par un climat tropical typique : pluies limitées à la période estivale. Selon [11], c'est par un ensemble de facteurs abiotiques qu'il doit se définir. Le bioclimat errémique tropical doit présenter une température moyenne du mois le plus froid au moins égale à 20°C., et une absence d'années sans pluies (cette régularité est un caractère fondamental). Si on considère les limites biogéographiques (Fig.7), en plus des limites climatiques, deux espèces végétales sont bien caractéristiques du Sahara méridional [84]:

- *Cornulaca monacantha* Delile, espèce chaméphyte saharo-sindien, qui, semble apprécier beaucoup plus les sables fins, plus mobile, au voisinage des ergs (région de Tin Zaouatine, In Guezzam),
- *Cenchrus biflorus* Roxb. espèce sahélienne qui se cantonne plutôt aux placages limono-sableux.

Selon [52], l'étage errémique tropical s'individualise assez nettement sur le revers septentrional de l'Adrar des Ifoghas, les pluies, encore faibles, sont moins aléatoires et de rythme tropical (juillet et aout). Si les secteurs saharo-septentrional et saharo-central sont bien représentés et diversifiés en Algérie, le secteur saharo-méridional est limité à une petite enclave au sud du Hoggar (Fig.8). Si les limites majeures des entités géographiques mise en évidence sont essentiellement d'ordre climatique au sien de chaque entité, la ségrégation des milieux est essentiellement d'ordre édaphique.

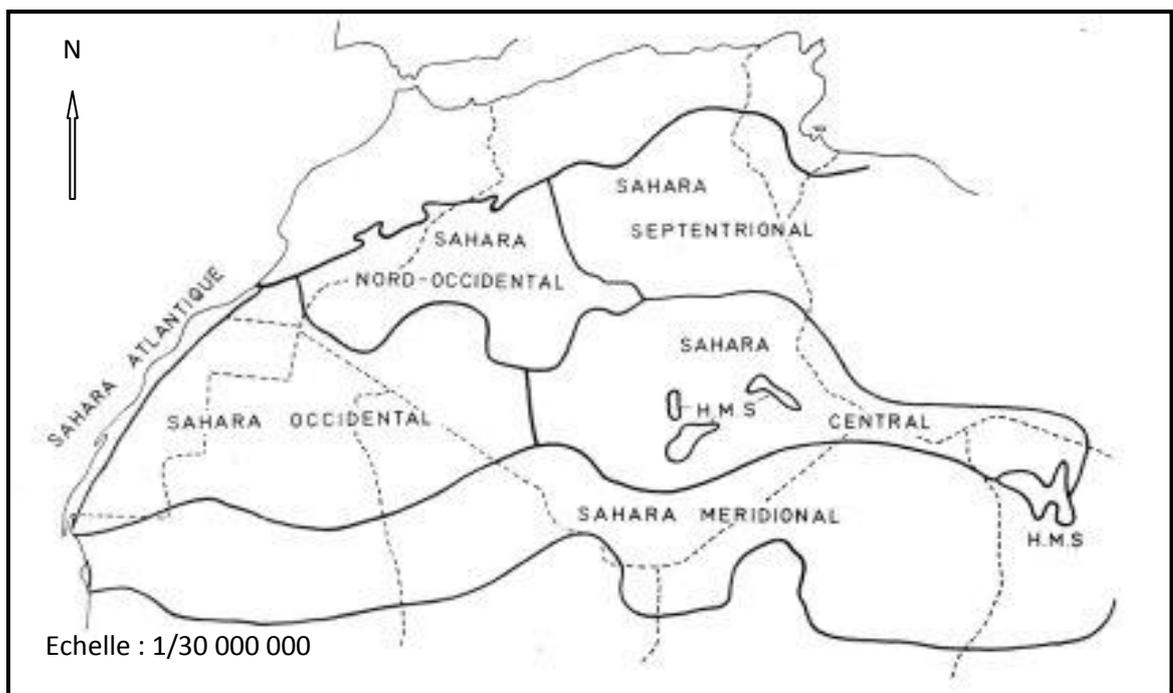


Figure.2.4: Les grandes subdivisions phytogéographiques du Sahara [83].

H.M.S. : Haute Montagne Saharienne.

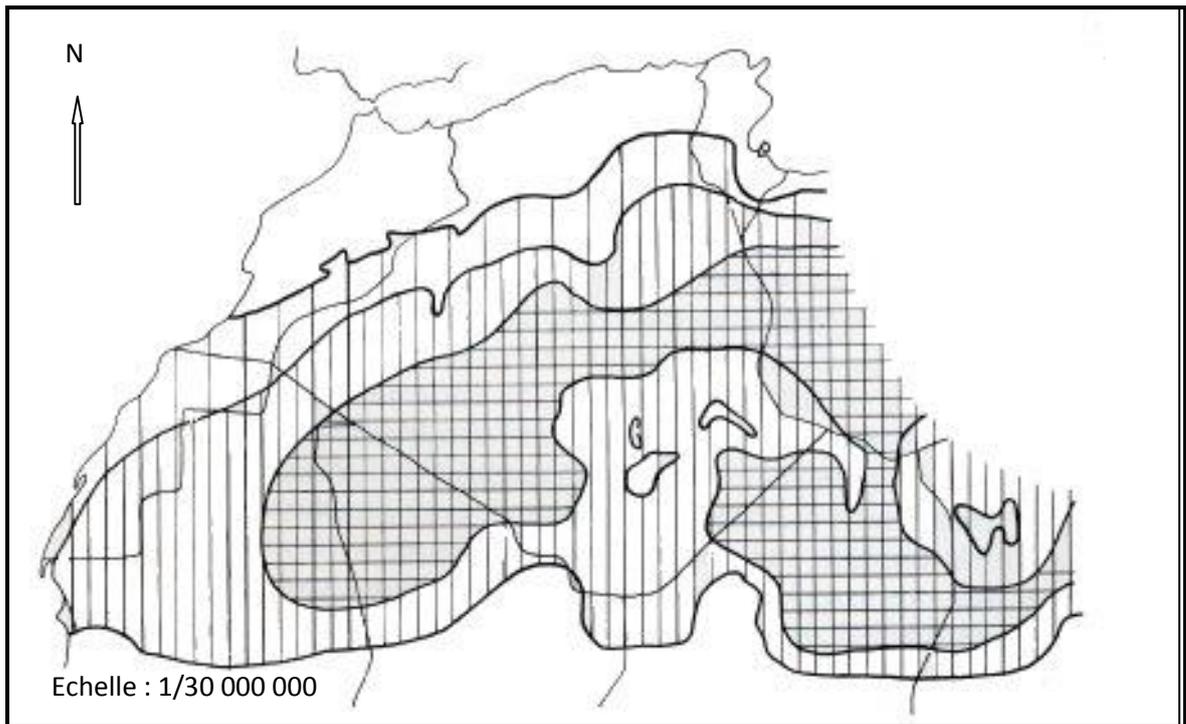


Figure.2.5 : Les étages bioclimatiques au Sahara [83].

Étage errémique inférieur ;

 étage errémique moyen ;

 étage errémique supérieur.

2.4.1 Données climatiques de Sahara méridionale (1995-2005) :

Les tableaux suivants présentent les températures moyennes, minimales, et maximales du Sahara algérien ainsi que les données pluviométriques de la région méridionale des dix dernières années (1995 à 2005). Ces données sont relevées par les stations professionnelles du département météorologique régional sud de Tamanrasset.

Tableau.2.5: Données pluviométriques de la région du Sahara méridional de (1995 à 2005) [9].

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P moy	1.6	0	1.2	0.5	0.7	2.7	8.0	11.5	6.1	2.8	5.3	0.1

Le tableau précédent, nous a montré que la pluviosité est en moyenne faible et très irrégulière. En effet les mois les plus arrosés sont juillet, août et septembre par rapport aux autres mois de l'année.

Tableau.2.6: Données des températures minimales, maximales et moyennes de la région du Sahara méridional de (1995 à 2005) [9]

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T° max moy (°c)	25.5	28.6	32.5	37.2	41.2	43.7	43.5	42.4	41.5	37.4	31.5	26.9
T° max abs (°c)	34.4	38.0	42.1	44.4	46.5	47.4	47.2	46.5	45.5	43.5	39.5	36.0
T° min moy (°c)	8.0	10.3	14.6	19.3	24.1	28.0	28.7	28.0	26.4	21.2	14.2	9.5
T° min abs (°c)	0	0.6	5.5	6.7	13.6	20.0	20.0	16.7	17.9	7.4	2.6	1.0
T° moy (°c)	16.8	19.5	23.6	28.3	32.7	35.9	36.1	35.2	34.0	29.3	22.9	18.2

Tableau.2.7 : Données d'Insolation (nombre d'heures par mois) dans la région du Sahara méridional de (1995 à 2005). [9]

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Inso	249	248	259	261	256	185	139	148	180	266	254	250

Tableau.2.8: Données de vent moyen mensuel en (m/S) dans la région du Sahara méridional de (1995 à 2005) [9].

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
vent	4.9	4.6	4.8	5.0	4.6	4.9	5.5	5.3	4.8	4.1	3.9	3.9

Le Sahara méridionale algérien possède une particularité dans la région d'Ahaggar, et le climat un peu différent par rapport les zones nord de la willaya qu'ils sont trouve dans le Sahara centrale.

Dans le Sahara méridionale ou l'extrême sud algérien, le régime pluviométrique irrégulière, les pluies sont estivales et occasionnés et très graves, et de température différent au nord de la willaya.



PARTIE II : **Expérimentation**



CHAPITRE 1 :
Problématique et Méthodologie

PARTIE II : EXPERIMENTATION

CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE

1.1. Objectifs et problématiques :

Après la mise en évidence du phénomène des phases vers 1921 par UVAROV, les années 1930 - 1940 ont vu l'identification des principales aires grégarigènes (dont la localisation géographique a été ensuite précisée). [95], a mentionné qu'il existe de multiples facteurs influençant le choix de l'habitat chez les acridiens à savoir la composition floristique du tapis végétal ainsi que son état phénologique, le microclimat, les caractéristiques édaphiques, la disponibilité des plantes nourricières, les réserves hydriques et les sites de ponte. Très peu de travaux ont été effectués dans la partie méridionale du Sahara algérien alors qu'il faut bien connaître les foyers de Criquets pèlerins, afin de proposer une lutte préventive efficace dans ses biotopes naturelles de reproduction et de grégarisation, par ce que le Criquet pèlerin est un fléau pour l'agriculture. Notre travail contribue à l'étude de quelques biotopes et leurs caractérisations par les groupements phytosociologiques et écologiques. Une meilleure connaissance de ce fléau à l'état solitaire dans leurs foyer de grégarisation (Sahara méridionale d'Algérie) implique l'étude de la relation avec l'espèce considérée et le biotope (état phasaire et régime alimentaire).

Notre travail contribue, à l'étude et le suivie des biotopes de la région méridionale du Sahara algérien, par les prospections répétées sur différents types de biotopes pendant deux périodes estivale et automnale durant deux ans d'étude de (2009 à 2010). Ce travail consiste à faire plusieurs prélèvements phytosociologiques, acridiens et pédologiques et des observations écologiques et géographiques dans chaque station prospectée.

Cependant, nous avons eu recours à deux types de prospections :

- Des prospections personnelles des différents biotopes naturels écologiquement favorables à la présence et à la reproduction du Criquet pèlerin. Ces prospections ont touché les axes du Sahara méridional dans le sud de la wilaya de Tamanrasset.
- Des travaux de laboratoires portant sur l'exploitation des résultats de prospections ainsi que quelques expérimentations sur l'étude de régime alimentaire de Criquet pèlerin et la morphométrie.

1.2. Travaux De Terrain

1.2.1 Choix Du Site D'étude :

[40] ont noté que durant les prospections acridiennes, il n'est pas possible de couvrir toute une région, surtout quand il s'agit du Sahara. Cependant, l'échantillonnage doit se faire au niveau des sites bien précis et surtout représentatifs où les conditions apparaissent plus ou moins homogènes.

Dans notre cas, notre choix de la région d'étude a été dicté en fonction du type de distribution des pluies, de différenciation de texture du sol, du relief, des crues des Oueds, de la végétation, du microclimat et surtout des manifestations acridiennes signalées par les équipes de prospection acridiennes de l'institut de protection des végétaux d'El Harrach (I.N.P.V.) ou par les nomades des zones prospectées.

En effet, il est à noter que l'aire grégarigène du Criquet pèlerin dans la région occidentale de l'Afrique regroupe la Mauritanie, le Mali, le Niger et l'extrême Sud algérien où les foyers grégarigènes occupent les épandages aux pieds des massifs montagneux du Sahara méridional. Aussi, l'Algérie occupe une position centrale dans l'aire grégarigène occidentale. En période d'invasion, les essaims y transitent et s'y reproduisent durant les périodes hiverno-printanières et rejoignent, au début de l'été, la zone de reproduction estivale des pays du Sahel.

C'est dans ce cadre que la présente étude vise essentiellement les biotopes du Sahara méridional écologiquement favorables à la présence du Criquet pèlerin (les oueds, dépression d'oued, affluent d'oued, dunes, massifs, gueltas, plaines, reg, erg, et Inter dunes) (Fig.1).

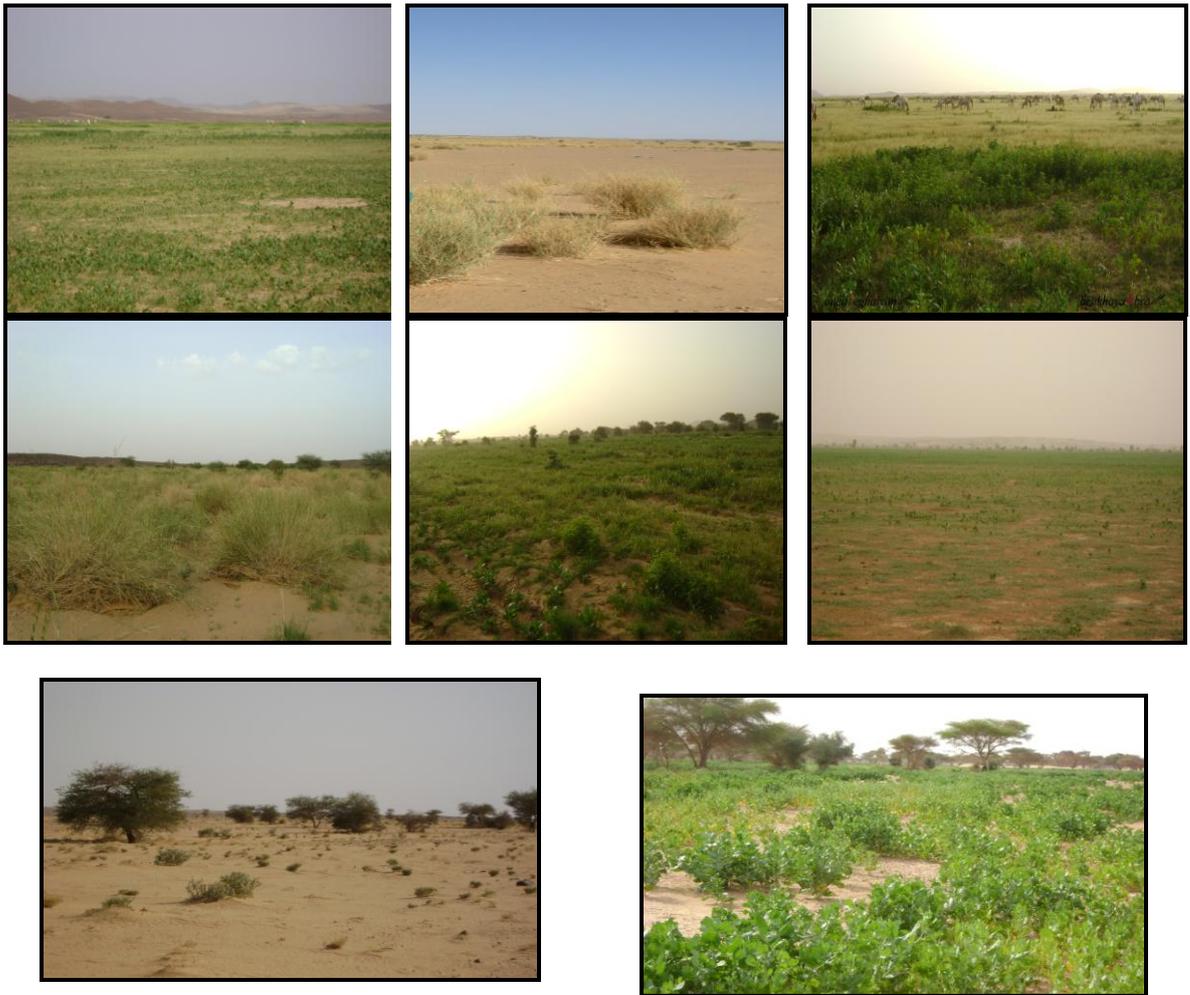


Figure 1.1 : Photos des sites de survie, de reproduction et de grégarisation du Criquet pèlerin au Sahara méridional algérien (original 2009).

1.2.2. Itinéraires des sites prospectés :

Les itinéraires de prospection se sont concentrés sur les zones dans lesquelles il est le plus probable de trouver des infestations acridiennes en évitant les routes et les pistes, c'est-à-dire, là où il y a présence de végétations. Les prospections ont été effectuées au moment de la journée. Ce moment précis dépend de la température, des conditions météorologiques et de l'habitat. Elles sont réalisées juste après le lever du soleil et jusqu'à midi environ et de nouveau l'après-midi, quelques heures avant le coucher du soleil. A midi, lorsque la température est élevée, les ailés et les larves ont tendance à s'abriter dans la végétation et sont par conséquent difficiles à observer.

Lors de nos prospections, en saison estivale et automnale, nous avons suivi l'itinéraire signalé sur les cartes suivantes (Fig.2 et Fig.3).

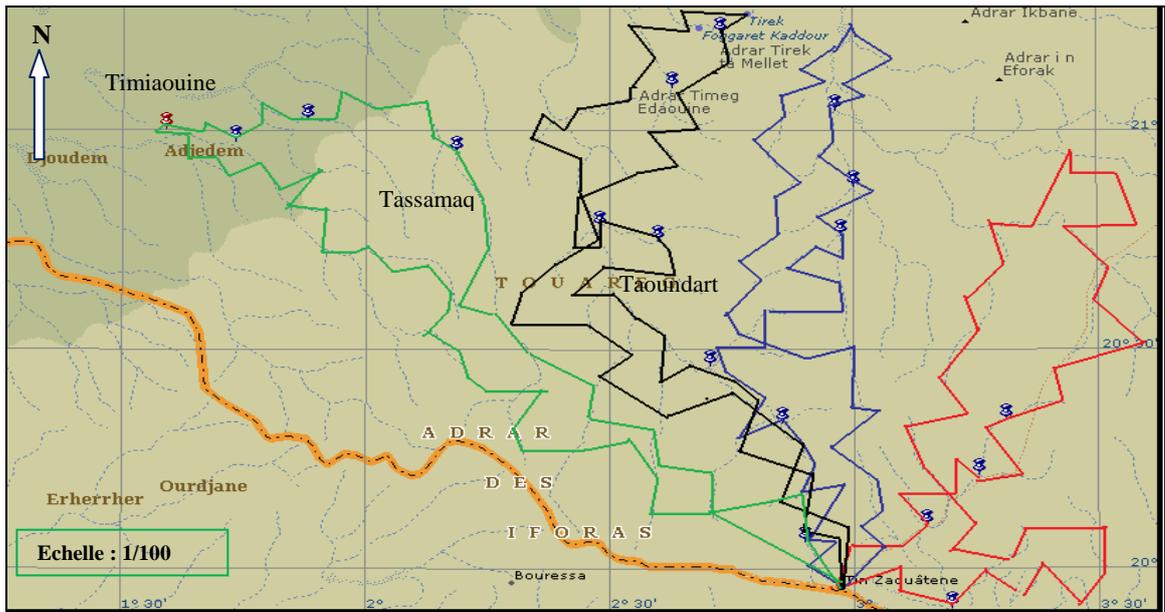


Figure 1.2: Itinéraire des prospections, estivales (original 2009).

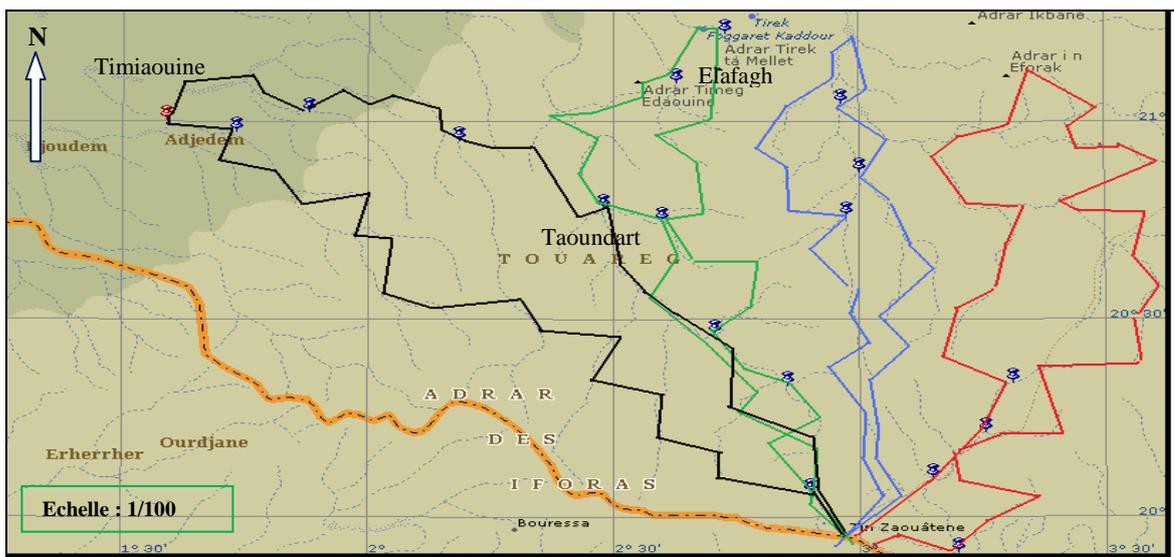


Figure 1.3: Itinéraire des prospections automnales (original 2009).

1.2.3 Déroulement des prospections sur terrain :

Avant d'effectuer nos prospections, il est important de déterminer où et quand effectuer la prospection. Ces dernières devraient être effectuées dans leurs habitats traditionnels c'est-à-dire dans les zones où la présence des Criquets est la plus probable, dans les sites où ils ont été signalés par le passé ou dans des zones de pluies récentes ou supposées telles. Pour obtenir ces informations, nous avons eu recours au département de

lutte antiacridienne de l'I.N.P.V. D'El-Harrach et par la consultation des bulletins d'informations sur le Criquet pèlerin fournis par la FAO (Fig.4 et Fig.5).



Figure 1.4 : Différents types de biotopes prospectés dans la partie méridionale du Sahara algérien (Photos prise par Google Map) (original 2009).



* P : prélèvement

Figure 1.5: Comment choisir l'emplacement d'un prélèvement dans un oued prospecté. (Photos prise par Google Map) (original 2009).

Cependant, lors de notre travail, nous avons effectué nos prospections durant deux saisons pendant lesquelles des infestations acridiennes ont été préalablement identifiées, à savoir la saison estivale et la saison automnale de la même année. Nous avons choisi ce type de prospection dans le but d'effectuer le suivi des populations acridiennes dans des habitats susceptibles d'être favorables à la reproduction, aussi, de déterminer si des populations significatives sont présentes, ainsi que le comportement des populations (état phasaire, régime alimentaire ...etc.) Les relevées météorologiques ont été prises à l'aide de thermomètre et d'un psychromètre (instrument composé de deux thermomètres, l'un sec et l'autre humide). La direction des vents leurs forces et leurs provenances sont aussi notés (Fig.6).



Figure 1.6 : Méthodes de prélèvements des conditions météorologiques sur les sites à prospectés (original 2009).

1.2.3.1 Méthodes de prospections acridiennes :

Durant nos prospections et pour pouvoir recueillir les informations nécessaires (coordonnées géographiques, superficies prospectées, nombre de Criquets et état de développement ...etc.), nous avons utilisé certains équipements tels que:

- Appareil de GPS ou un appareil de THORIA avec une carte topographique sur la quelle nous avons déterminé la latitude et la longitude d'un point prospecté (oued).
- Une carte géographique.
- Formulaire FAO de prospection et de lutte contre le Criquet pèlerin.
- Un filet fauchoir.
- Des boîtes de Pétri et autres boîtes à échantillons (sol, insectes...etc.)
- Sachets en plastique et en papier de journal pour la conservation des échantillons

floristiques.

- Les étiquettes et un marqueur.
- Véhicule 4×4 pour le déplacement.
- Carnet de notes avec un stylo.
- Fiches de notation personnelles (floristique, édaphique, environnementale, géographique, et acridienne).

1.2.3.1.1 Echantillonnage des individus du Criquet pèlerin :

Selon les conditions de travail, deux méthodes de prospection ont été utilisées : la méthode de *transect* pédestre (beaucoup plus utilisée) et la méthode du *transect* par véhicule.

Une fois sur le site, les coordonnées géographiques en latitude et en longitude sont prises grâce au GPS (Fig.7).



Figure 1.7 : Détermination des coordonnées géographiques grâce au GPS (original 2009).

Une fois les coordonnées de la station sont indiquées sur le GPS, nous les reportons sur la carte (avec le nom des oueds en *Tamasheq*) (Fig.8).



Figure 1.8 : Détermination des coordonnées géographiques de la région prospectées sur la carte (original 2009).

1.2.3.1.2 Le transect pédestre :

D'après [25], cette méthode consiste à prospector les sites sableux, tels que des plaines et des dunes, et proches de rivières temporaires (oueds) où une végétation annuelle verte est présente. Il faut inscrire la date, le nom ainsi que la latitude et la longitude du site. Pour cela on doit parcourir une certaine distance d'environ 100m en fonction du nombre de pas effectués. Si il y a présence de Criquets, on détermine la largeur du *transect* (04m) en estimant la distance sur laquelle les ailés sont dérangés lors du passage. Par la suite, on inspecte au moins 10 buissons de végétation d'1 m² afin de détecter les larves (Fig.9 et Fig.10).

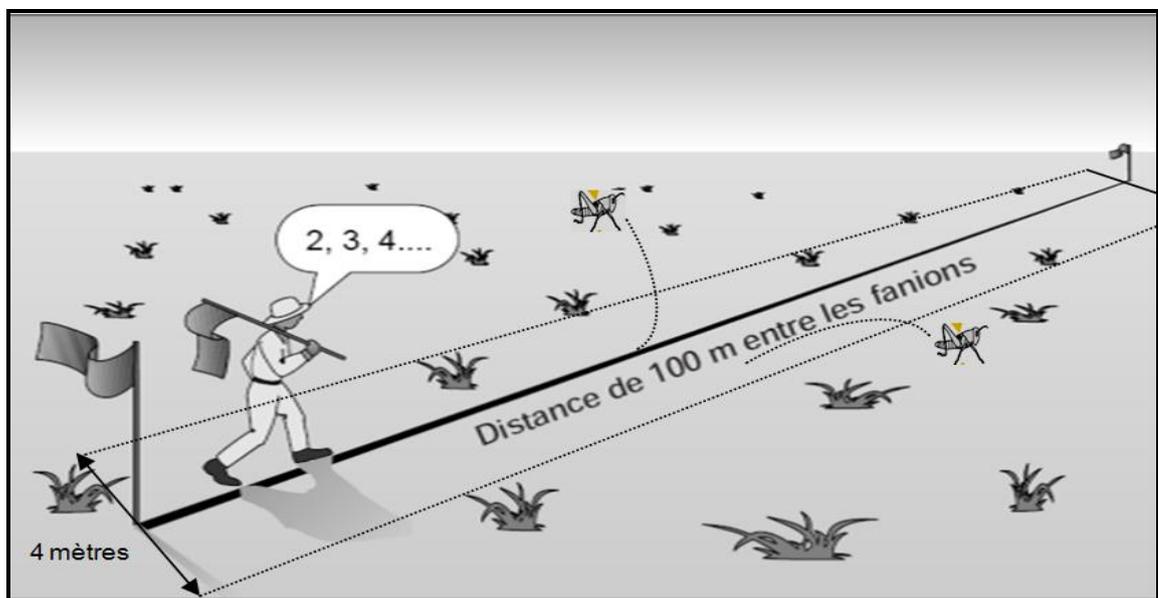


Figure 1.9 : Comment effectuer une prospection acridienne par *transect* pédestre. [24]



Figure 1.10 : Comptage des criquets par la méthode pédestre (original 2009).

1.2.3.1.3 Le transect par véhicule :

D'après [25], le *transect* par véhicule constitue une méthode utile pour déterminer la présence d'ailés sur une vaste zone, telle qu'une plaine sablonneuse, ou à l'intérieur de grandes zones de végétation verte. Il faut conduire face ou perpendiculairement au vent pendant au moins 01 km (Fig.11 et Fig.12). Cette méthode consiste à :

- Compter les ailés qui s'envolent en avant du capot du véhicule.
- Calculer la distance parcourue en utilisant le compteur journalier.
- Faire le comptage seulement quand la température est supérieure à 20°C et la vitesse du vent inférieure à 06 m/s.

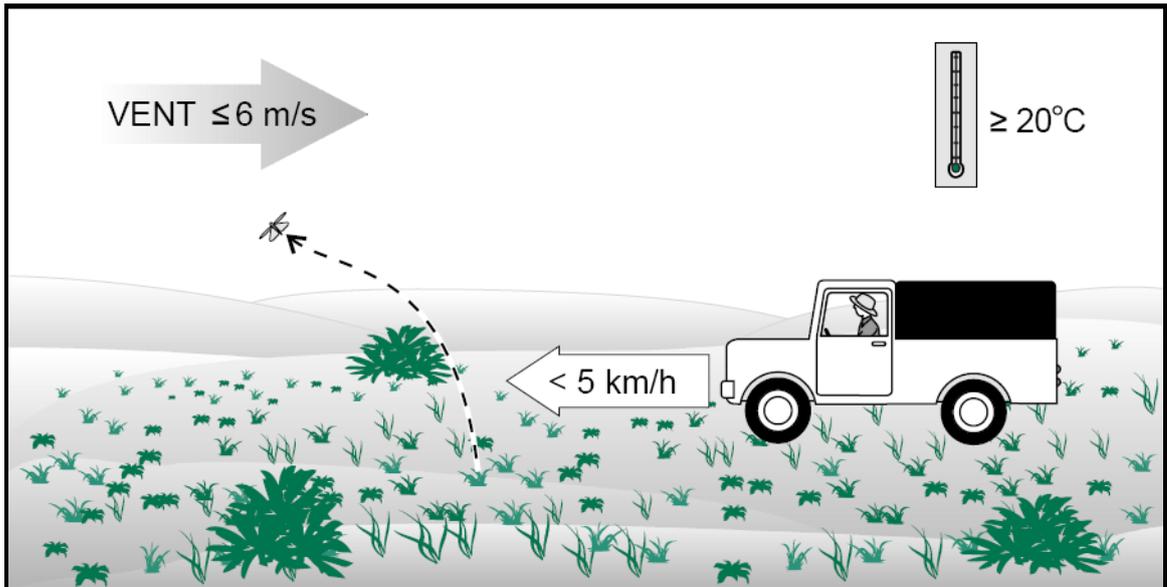


Figure 1.11 : Comment effectuer une prospection acridienne par véhicule. (Méthode de [25]).



Figure 1.12 : Une prospection acridienne par véhicule (original 2009).

1.2.3.2 Densité des individus :

Dans notre cas, nous avons alterné les deux procédés cités ci-dessus car notre but était de compter des individus du Criquet pèlerin, mais aussi de les capturer pour étudier les caractéristiques de chaque oued prospecté. La capture des individus acridiens comme échantillons pour l'étude du régime alimentaire dans chaque relevé a été indispensable.

Quand le Criquet est présent dans la station, il faut procéder à faire des comptages d'individus sur des *transects* de 100 m à plusieurs reprises, puis faire la moyenne. Le nombre trouvé est multiplié par 100, ce qui va donner le nombre d'individus par hectare et

estimer ainsi la densité qui selon [52], est le principal facteur de régulation phasaire. Elle nous informe sur le devenir et l'évolution de la population acridienne. Trois descripteurs sont pris en compte :

- l'effectif des individus d'une population,
- la surface du biotope,
- et la densité de la population qui est estimée au mètre carré (pour les populations groupées) ou à l'hectare (pour les populations diffuses).

L'échantillonnage des criquets inclut la présence ou l'absence des individus, leurs comportements (isolés ou épars), leurs états de développement, leurs maturités, leurs accouplements, leurs pontes, leurs densités et leurs tailles.

La détermination des caractéristiques pigmentaires et morphologiques nous a permis de qualifier la population capturée soit de *solitaricolore*, de *transicolore* ou de *grégaricolore* [39].

1.2.3.3 captures des individus :

[25] a proposé quelques méthodes de capture des individus de *S. gregaria* fréquemment utilisées :

- Bouger lentement un bâton au-dessus du Criquet en l'abaissant doucement jusqu'à ce que, un mouvement brusque, puisse plaquer le Criquet au sol.
- Taper sur le Criquet avec une touffe de végétaux ou une branche.
- Utiliser un filet fauchoir.
- Piéger le Criquet dans la végétation.

Ces méthodes peuvent être plus faciles à mettre en œuvre quand on est face au vent. Dans notre cas, nous avons opté pour la méthode de SHULL (1913), cité par [95] qui consiste à récolter aléatoirement les individus dans leur habitat naturel.

En effet, nous avons prospecté toutes les stations et à l'aide d'un filet fauchoir. Cette méthode a été utilisée par plusieurs auteurs à savoir : [68] et [69].

Cette technique consiste à récolter un échantillon d'acridien suffisamment grand pendant un temps déterminé qui varie selon la richesse du milieu (Fig.13 et Fig.14).

Les Criquets récoltés sont placés dans des boîtes de Pétri qui portent nécessairement une étiquette indiquant le lieu, la date et les coordonnées géographiques du site et le sexe des individus. Les individus capturés du Criquet pèlerin pour l'étude du régime alimentaire sont mis séparément dans les boîtes de Pétri afin de récupérer les fèces après 24 heures.



Figure 1.13 : Vérification de la présence du Criquet ou des indices de passage des populations acridiennes (original 2009).



Figure 1.14 : Capture des individus pour les différentes expérimentations (original 2009).

1.2.3.4 Notations des observations :

Au cours de nos prospections, nous avons noté des observations pour chaque site (oued) prospecté et à chaque arrêt (point) qui sont ensuite notées sur une fiche de notation: Estimation de dégâts, vérification et observation des indices de passage en vérifiant sous les plantes s'il y'a des crottes de criquet ... (Fig.15).



Figure 1.15 : Notation des informations sur le site à échantillonné (original 2009).

Des informations relatives aux sites prospectés, à l'écologie (précipitations, végétation, humidité et texture du sol) et aux acridiens sont aussi notées.

Toute fois, pour notre travail, les informations à recueillir concernent les différents types de biotopes prospectés.

1.2.3.5 La superficie prospectée :

Nous avons estimé approximativement la superficie du site prospecté bien que cela puisse être assez difficile, en calculant et additionnant les superficies du site prospecté et de la zone dans laquelle des conditions similaires sont observées. Si la zone est très vaste, une deuxième prospection devra être effectuée dans une partie différente de cette zone. On peut également estimer la superficie d'une zone en parcourant en voiture des deux côtés de la zone puis en multipliant les distances mesurées mais cela prend du temps.

1.2.3.6. Relevés floristiques :

Au cours de nos prospections, nous avons récolté toutes les espèces végétales observées dans les sites étudiés et noté les observations sur l'état de la végétation. Ces plantes récoltées sont mises dans des sachets en papier journal afin de les conserver pour la constitution d'un herbier. Elles sont déterminées sur place en nom *Tamachaq* par les Touaregs ou par les nomades (Fig.16).

Pour les espèces récoltées durant la prospection, la détermination en noms latins des plantes récoltées a été effectuée à l'aide d'ouvrages spécifiques ([80];[43] ; [13]; CHEHMA, 2006 *in* [12]).



Figure 1.16 : Les étapes de la collecte des plantes sur le site prospecté (original 2009).

Chaque relevé floristique a été réalisé sur une surface floristiquement homogène d'un hectare (Quadrats d'un hectare (100m x 100m), et varie en fonction du recouvrement du biotope prospecté, en notant, pour chaque espèce, le coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (Fig.17). L'échelle adoptée [72] est la suivante :

L'espèce recouvre moins de 1/20 (5%) de la surface :

+ : Les individus sont rares,

1 : Les individus sont peu abondants.

Les individus sont abondants, l'espèce recouvre plus de 1/20 de la surface du relevé:

2 : Plus de 1/20 jusqu'à 1/4,

3 : Plus de 1/4 jusqu'à 1/2,

4 : Plus de 1/2 jusqu'à 3/4,

5 : Plus de 3/4.

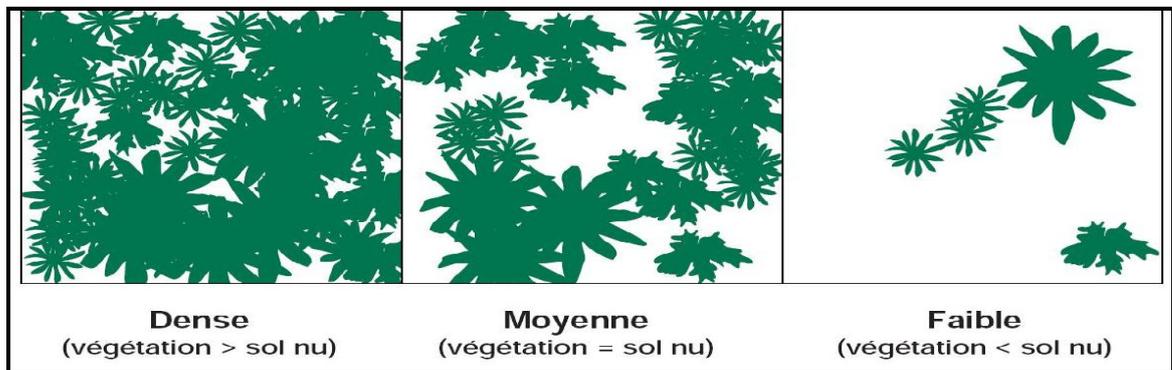


Figure 1.17 : Estimation de l'état de recouvrement, par la végétation, du site [72].

Nous avons noté aussi, l'état de verdissement de chaque espèce. Nous notons « V » pour vert, « VS » pour vert en voie de dessèchement, « SV » pour sec en voie de verdissement et « S » pour sec. L'état phénologique des plantes a été aussi noté (de 1 à 5). Le recouvrement global du tapis végétal dans le biotope est donné en pourcentage, et son étendue, en hectares (Fig.18).



Figure 1.18 : Etat de verdissement de la végétation [72].

1.2.3.6.1 Définition de la phytosociologie :

La phytosociologie est l'étude des communautés végétales du point de vue floristique, écologique, dynamique, chronologique et historique [53].

La phytosociologie étudie les associations végétales. On constate, par de nombreux relevés de terrain et d'études statistiques, que certaines espèces sont plus souvent ensemble qu'avec d'autres. On définit une association végétale comme étant ce groupe de plantes apparaissant statistiquement plus souvent ensemble (Vanel, 1996 *in* [12]).

La phytosociologie comprend deux étapes :

- Une étape analytique : prise des relevés de végétation sur le terrain qui constitue d'après Géhu (1981) *in* [12], le fondement méthodologique de la phytosociologie.
- Une étape synthétique : comparaison et classement par traitement des relevés.

1.2.3.7. Relevés édaphiques :

[52] a noté que pour mieux estimer le potentiel reproductif du biotope, il faut examiner le sol (texture et humidité au sol). La texture du sol est déterminée en fonction de la présence-absence des principaux éléments à savoir les argiles (A), les limons (L), les sables fins (Sf) ou les sables grossiers (Sg), les graviers (G), aussi les cailloux (C) et le sol roailleux (R). Pour l'humidité au sol, nous avons creusé un trou de profondeur variable en fonction de la profondeur de l'humidité et nous avons évalué à partir de la surface du sol, grâce à un double décimètre, l'épaisseur humide de l'horizon humide. Les profondeurs critiques sont :

- l'humidité en surface (1) ;
- l'humidité à 5 cm (2) ;
- l'humidité à 10 cm (3) ;
- l'humidité à 30 cm (4) ;
- et (5) pour l'humidité à plus de 30 cm.

Nous vérifions aussi la date des pluies et leurs importances ainsi que les traces de ruissellement (Fig.19).



Figure 1.19 : Détermination de l'humidité au sol (original 2009).

1.3 Travaux Au Laboratoire

1.3.1 Etude de la Morphométrie de *SCHISTOCERCA GREGARIA*:

[39], ont mentionné que trois mesures seulement peuvent suffire à caractériser l'état phasaire, au niveau morphologique d'une population de Criquet pèlerin adulte. Ils s'agissent des mesures de la longueur de l'élytre (E), de la longueur du fémur postérieur (F), et de la largeur maximale de la capsule céphalique (C) (Fig.20 et Fig.21). Pour effectuer les différentes mensurations des différentes parties du corps des individus échantillonnés, nous avons utilisé un papier millimétré et par la suite confirmé avec un pied à coulisse.

Toutefois, les valeurs obtenues sont ensuite exprimées sous forme de rapports (E/F) et (F/C). Ceux-ci nous renseignent sur l'état phasaire des individus en comparant les moyennes de ces rapports avec les ratios établis par [32] (Tableau.1). Trois classes morphométriques d'individus en sont dégagées. Ce sont les adultes appartenant soit à la phase solitaire, soit à la phase *transiens*, soit à la phase grégaire.

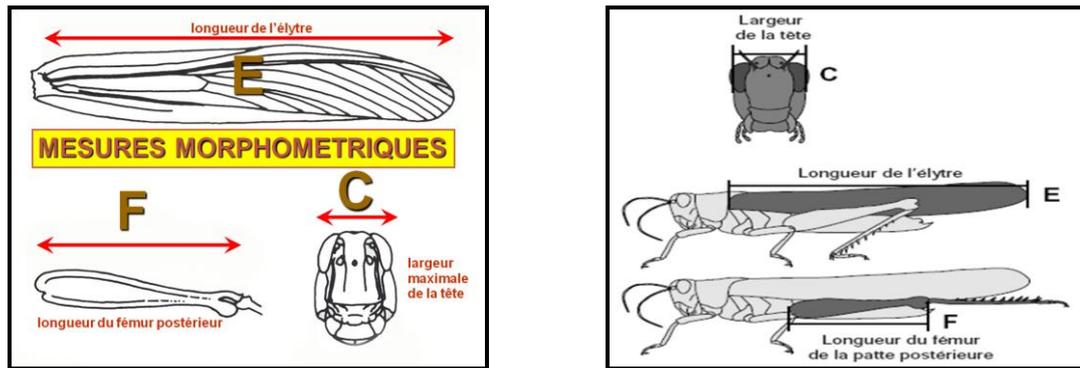


Figure 1.20 : Schéma des mesures morphométriques standard de [32].



Figure 1.21 : Mesure morphométrique des individus de *Schistocerca gregaria* capturés (original 2009).

Tableau 1.1: Indices morphométriques de *Schistocerca gregaria* selon [32] et [39].

Indices morphométriques	Solitaires		<i>Transiens</i>		Grégaires	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
E/F	1,99 à 2,07	2,02 à 2,09	2,08 à 2,13	2,10 à 2,15	2,14 à 2,28	2,16 à 2,33
F/C	3,80 à 3,95	3-87 à 4,04	3,62 à 3,79	3,71 à 3,86	3,03 à 3,61	3,05 à 3,70

Par la suite, nous avons représenté les rapports calculés pour chaque individu étudié sur l'abaque morphométrique de [89] et [39] (Fig.22). Ces derniers notent que pour chaque sexe, les points situés strictement à l'intérieur du rectangle solitaire correspondront à des individus solitaires types, ceux situés à l'intérieur du rectangle grégaire à des grégaires types. Quant aux individus situés entre les deux, ils correspondront à des *transiens* à divers degrés de la transformation phasaire.

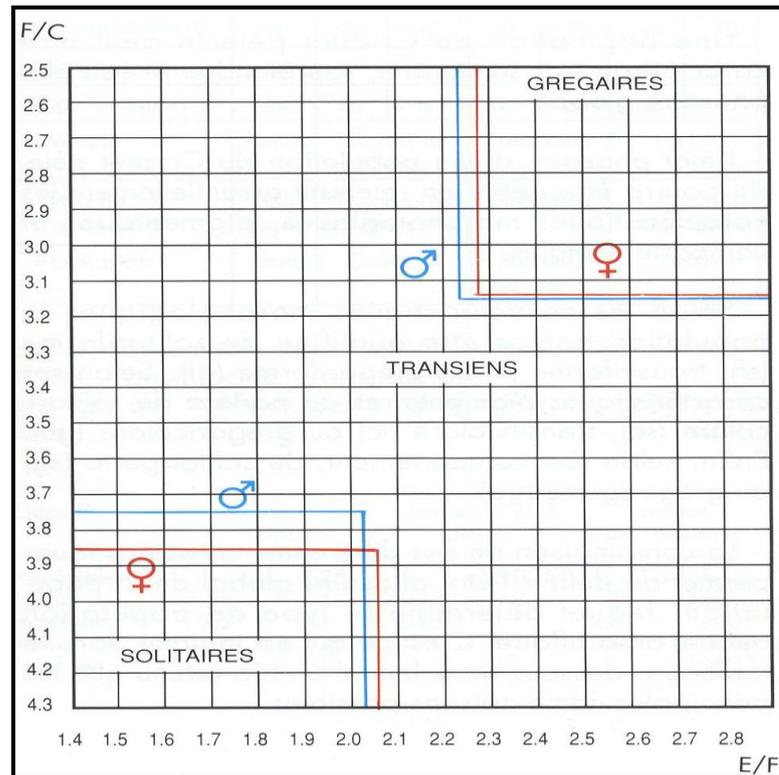


Figure 1.22 : Abaque morphométrique de [89].

En effet, la représentation conjointe des rapports E/F et F/C sur un tel abaque permet d'obtenir rapidement l'état de "grégariformité" d'une population.

Nous avons réalisé des dissections des femelles du Criquet pèlerin qui nous permettent de vérifier l'état ovarien de l'insecte.

1.3.2 Technique d'étude du régime alimentaire du criquet pèlerin :

Les Individus sont capturés au filet fauchoir ou à la main en fonction des conditions climatiques. Ils sont isolés individuellement dans des boîtes de Pétri pendant 24h, temps suffisant pour qu'ils vident leur tube digestif. Pour étudier le régime alimentaire des individus capturés, nous avons opté pour la méthode coprologique avec l'analyse des fèces.

1.3.2.1 Préparation des lames de référence (Epidermotheque de référence) :

Pour réaliser cette méthode, nous nous sommes référés à plusieurs travaux notamment ceux de PRAT (1932), cité par [79], GUYOT (1966), LEBERRE et MAINGUET (1974), BEN HALIMA (1984) et *in* [20] [59] [52].

La préparation des lames de références se fait à partir du végétal récolté des stations d'étude. Ces lames peuvent être obtenues aussi bien à partir des végétaux frais ou secs. Cette préparation se fait comme suit (Fig.23) :

- Quant le végétal est à l'état sec, il est laissé 24 heures dans l'eau,
- On gratte ensuite délicatement les épidermes des tissus sous-jacents avec une lame fine.
- Le fragment va subir par la suite 4 bains successifs,
- On met de l'eau de Javel pendant 20 secondes pour éliminer la chlorophylle,
- Le rinçage à l'eau se fait pour éliminer l'excès d'eau de Javel,
- Le fragment est ensuite déshydraté dans deux bains d'alcool (75° et 96°) pendant 03 min pour chaque bain,
- Les épidermes sont conservés par un montage entre lame et lamelle en utilisant une goutte du liquide de Faure pour la fixation,
- Ensuite nous avons fait passer les montages par une plaque chauffante afin d'éliminer les bulles d'air,
- Sur chaque lame, on note le nom de l'espèce végétale, l'organe traité, la date et le lieu de récolte du végétal,
- Après observation au microscope, chaque épiderme est schématisé et photographié,
- Les lames seront utilisées dans l'identification des fragments des végétaux trouvés dans les fèces des individus du Criquet pèlerin.

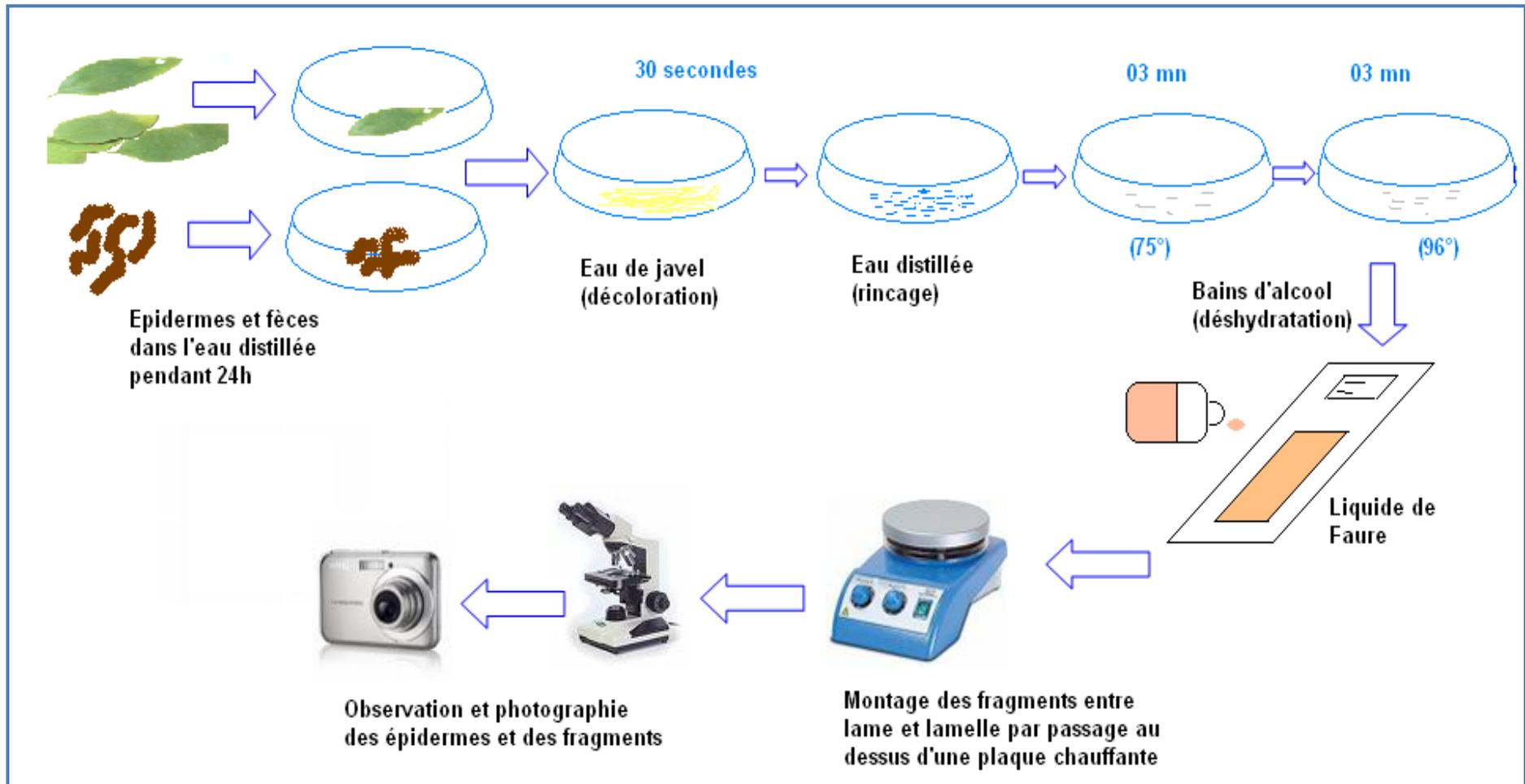


Figure 1.23 : Méthode de conception d'une Epidermothèque de référence et d'analyse des fèces (Originale 2009).

1.3.2.2 Préparation et analyse des fèces :

La méthode suivie, pour la préparation des fèces, est celle de [67], Pour cette analyse, nous avons fait ramollir les fèces dans de l'eau pendant 24 heures pour la libération des fragments. Ensuite nous avons adopté le même principe que celui utilisé pour le montage des épidermes.

Chaque préparation est identifiée par la date, le lieu de capture, l'état de développement, l'état phasaire et le sexe de chaque individu.

Une comparaison est faite entre les fragments des épidermes retrouvés dans les fèces et ceux de l'épidermothèque de référence.

1.3.2.3 exploitations des résultats :

La nourriture est un facteur écologique important. Suivant sa qualité et son abondance, elle interviendra en modifiant la fécondité, la vitesse de développement et la mortalité des animaux. En outre, la diversification des régimes alimentaires est à l'origine de nombreuses adaptations morphologiques, physiologiques et écologiques ([19] et [55]). Pour l'étude du régime alimentaire du Criquet pèlerin, plusieurs méthodes d'exploitation des résultats sont préconisées.

1.3.2.3.1 Etude qualitative (fréquence relative des espèces végétales dans les fèces) :

Pour cette étude, nous avons calculé la fréquence d'occurrence des espèces végétales dans les fèces. Selon [20] cette méthode consiste à noter la présence ou l'absence des végétaux dans les fèces. Elle est exprimée comme suit :
$$\mathbf{F(i) \% = ni / N \times 100}$$

F(i) : fréquence d'occurrence des épidermes de l'espèce végétale (i) contenus dans les fèces, exprimée en pourcentage.

ni : le nombre de fois où les fragments du végétal (i) sont présents dans les fèces.

N : nombre total des individus examinés.

1.3.2.3.2 Etude quantitative

1.3.2.3.2.1 Richesse totale :

La richesse totale (S) est le nombre des espèces trouvées dans un échantillon (BLONDEL, 1975 *in* [59]) En d'autres termes, elle consiste à quantifier le nombre de toutes les espèces végétales contactées dans le total des fèces analysées. Elle représente les paramètres fondamentaux d'un peuplement [77].

1.3.2.3.2.2 Richesse moyenne :

La richesse moyenne (S_m) correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés [86]. Dans le cas de l'étude du régime alimentaire des acridiens, le nombre de relevés N correspond au nombre des fèces pris en considération. Cependant, c'est le nombre moyen d'espèces contactées dans chaque fèces.

1.4 Exploitation statistiques :

Les méthodes statistiques qu'ils sont appliquées pour le traitement des résultats du présent travail, ce sont l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C), Test F de *Fisher* et le teste t de *Student*.

1.4.1 Analyse factorielle des correspondances (A.F. C.) :

L'AFC est une des techniques numériques de traitement des données adaptées aux problèmes phytosociologiques. L'A.F.C. est aussi une méthode d'ordination particulière, spécifiquement adaptée aux tableaux de contingence [53]. L'AFC donne une représentation graphique du nuage de points projetés dans les plans formés par les axes pris deux à deux de sorte que les faits (relevés) et les variables (espèces) soient mis clairement en correspondance. [16]. L'AFC a été réalisée par le logiciel *Excel Stat*.

L'A.F.C. a été suivie d'une C.A.H. (classification ascendante et hiérarchique) relevés - espèces. Ce type d'analyse est classiquement utilisé en phytosociologie [61]. Grâce aux résultats de l'AFC et de la CAH, nous pouvons structurer le tableau phytosociologique.

La fréquence relative et la fréquence compensée (ou fréquence corrigée de [27]) 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 : Frq cp = 0.

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

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

Classe 4 : Frq cp > 1,15.

1.4.2 Le teste t de student :

D'après [28], les distributions t de *Student* sont employées pour la comparaison entre les moyennes. Donc, ce teste est utilisé dans le but de chercher une distribution qui nous permette de calculer les limites de confiance [92]. La distribution t est symétrique à sa moyenne. Il est donné par la formule suivante :

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{S^2/n_1 + S^2/n_2}}$$

\bar{X}_1 et \bar{X}_2 : moyenne de l'échantillon 1 et 2 ;

S^2 : variance de l'échantillon ;

n_1 et n_2 : taille de l'échantillon 1 et 2.

1.4.3 Test f de fisher :

D'après [18], le teste F de *Fisher* est une formule pour confirmer la signification des résultats expérimentales par comparant les moyennes des échantillons. Il est comme suite :

$$\mathbf{Z = Argth(r) = 1/2 Ln (1+r)/ (1-r)}$$

Z: le teste F de *Fisher*

r: correlation de l'échantillon.



CHAPITRE 2 : **Résultats et Discussion**

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2.1 Résultats Obtenus :

Notre présent travail est basé sur la caractérisation des biotopes de *Schistocerca gregaria* dans le Sahara méridionale algérien, qui est considéré comme un foyer de reproduction et de grégarisation du Criquet pèlerin.

D'après [82], dans la zone semi-aride tropicale le Criquet pèlerin trouve ordinairement de bonnes conditions de reproduction durant la période estivale. De plus, certains sites (émondages des massifs montagneux du Sahara méridional) offrent assez fréquemment des conditions susceptibles d'engendrer des amorces de transformations phasaires mais, d'une façon générale, les conditions de survie en fin de saison sèche (février à juin) sont difficiles pour le Criquet pèlerin sous ces altitudes. Il apparaît aussi que les foyers grégarigènes de Mauritanie et de l'ensemble Adrar des Ifoghas-Tamasna-Aïr-Tassili du Hoggar et, pour une moindre part, Tibesti-Ennedi sont également des sanctuaires permettant la survie en phase solitaire prolongée.

[60] a ajouté aussi que le Sahara méridional est un important foyer de multiplication et grégarisation pour le Criquet pèlerin. Elle devrait faire l'objet d'une surveillance régulière afin de conduire rationnellement les opérations de lutte préventive.

Pour la réalisation de notre travail, nous avons effectué des observations et des échantillonnages durant les deux saisons estivale et automnale de deux ans (2009 à 2010) en fonction du régime pluviométrique de la région (les pluies étant estivales).

Nous allons présenter dans ce qui va suivre, d'abord une caractérisation des biotopes de *S.gregaria* (inventaire floristique et groupements phytosociologiques) qui sont défini en fonction de certains paramètres écologiques. Les caractéristiques du sol (texture et humidité) sont ensuite déterminées dans une autre partie et qui sera poursuivi par une étude sur les populations de *S.gregaria* (densité, état phasaire et régime alimentaire).

2.1.1 Caractérisation des biotopes de *Schistocerca gregaria* Forsk.,1775 par la végétation :

192 relevés ont été effectués dans 95 biotopes différentes (oued, dépression d'oued ou affluent d'oued). Nos observations, pendant chaque relevé, sont notées dans une fiche de notations préparée en avance, contenant toutes les informations à recueillir dans le biotope prospecté.

Les oueds prospectés durant la saison estivale, sont caractérisés par une végétation annuelle, de recouvrement très faible, et la plupart de ces végétaux sont en état sec ou vert vers le dessèchement. Mais après les pluies estivales nous avons observé quelques jeunes pousses d'herbe verte sur le lit d'oued. Pendant la saison automnale le tapis végétale était très important, dense, abondant, et en état de verdissement.

2.1.1.1 Inventaire floristique des oueds prospectés :

Des relevés floristiques ont été effectués dans chaque site prospecté. A chaque biotope une liste des espèces végétales (arborées, arbustives et herbacées) a été établie. Cependant, dans la partie méridionale du Sahara algérien, nous avons inventorié 75 espèces végétales différentes appartenant à 31 familles botaniques. Nous les avons déterminées en noms latins actuels et en nom vernaculaire *Tamachaq*. Aussi les types biogéographiques et bio-morphologiques sont notés pour chaque espèce relevée.

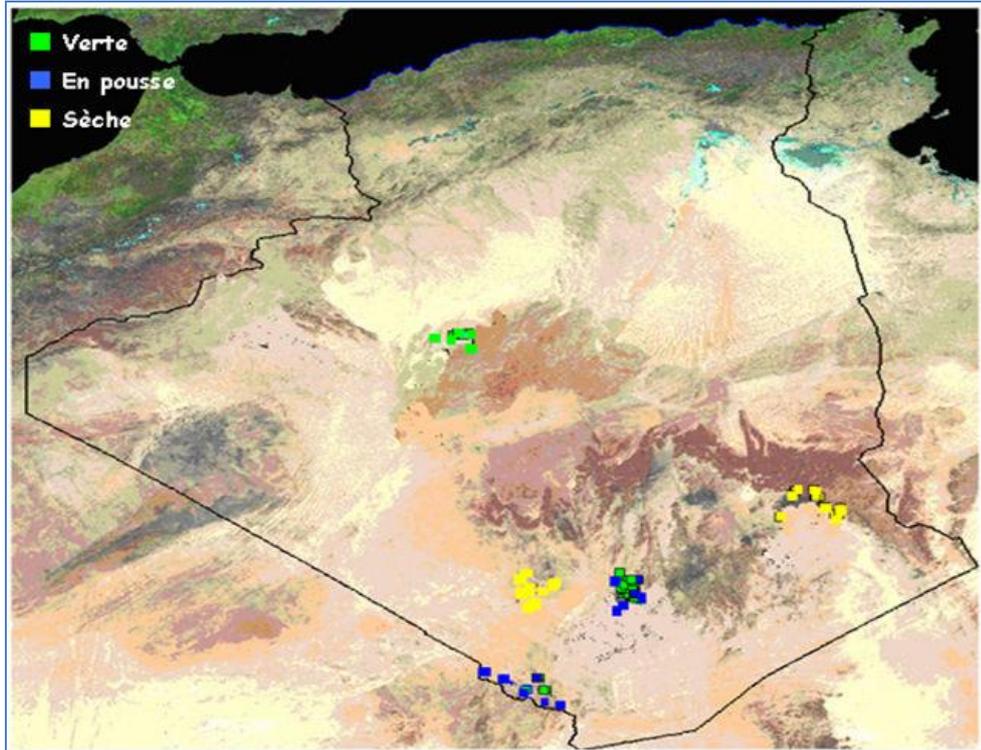


Figure 2.1: Recouvrement et l'état de végétations par satellite en été 2010 [5].

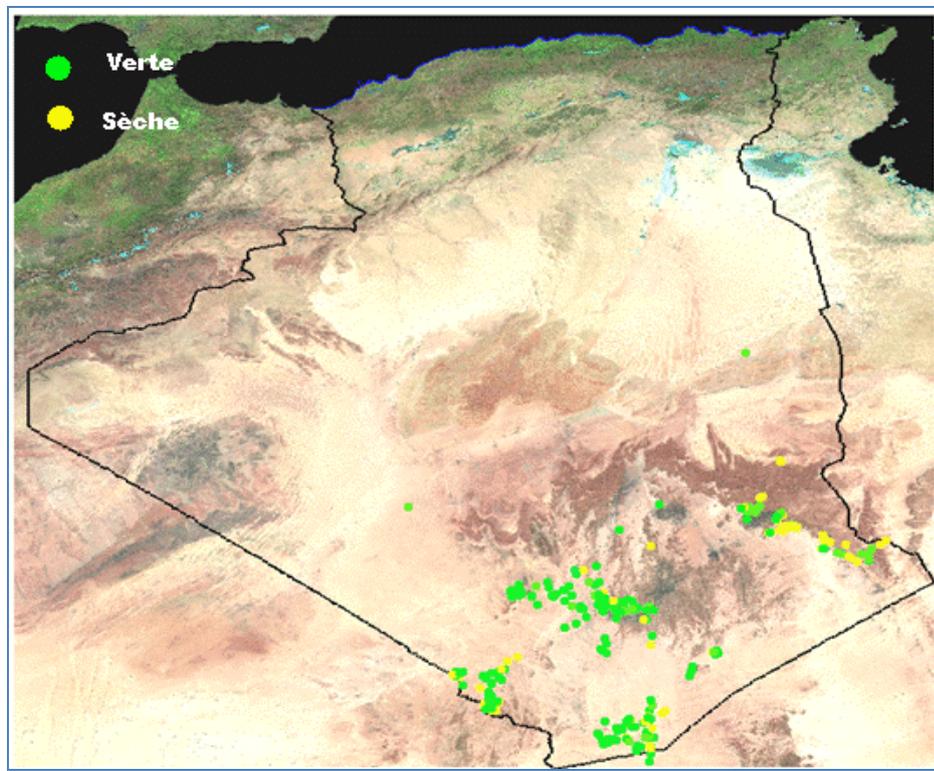


Figure 2.2: Recouvrement et l'état de végétations par satellite en automne 2010 [6].

Sur les figures précédentes, nous remarquons que le tapis végétal est sec au Sahara méridional en été (Fig.1). Quelques pousses sont signalées par la suite d'une pluviométrie estivale qui touche cette région à régime pluviométrique tropicale. En automne, les oueds ont coulé après les pluies estivales, le tapis végétal est nettement bien développé après cette période (Fig.2).

Tableau 2.1 : Inventaire floristique récoltés pendant le deux saisons estivale et automnale de quatre ans (2009 à 2010).

Famille	Nom latin actuel	Nom vernaculaire	Bio-morphologie	Bio-géographique
Amaranthaceae	<i>Amranthus graecizans</i> L.	<i>Tachlanghtayt</i>	T	COSM
	<i>Aerva javanica</i> (burm,f.) juss <i>ew schultes</i>	<i>Tamakarkezt</i>	CH-T	T-SS
Amaryllidaceae	<i>Panocratium trainthum</i> herb	<i>Tamzalalit</i>	T	EA
Asclepiadaceae	<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (forskal) decne	<i>Anna</i>	n PH	T-SS
	<i>Leptadenia hastata</i> (pers) decne	<i>Attala</i>	T	T
	<i>Pergularia daemia</i> (forskal) chiov	<i>Temaknit</i>	CH	SS
	<i>Calotropis procera</i> (aiton) aiton F,	<i>Torsha</i>	PH	T-SS
Asteraceae	<i>Artemisia judaica</i> L.	<i>Téharaggalé</i>	CH	SS
	<i>Pulicaria incisa</i> (lam) dc	<i>Tamauot</i>	CH	SS
	<i>Francoeuria undulata</i> (L) lack,	<i>Tenadfert</i>	CH-T	M-SS
	<i>Chamomilla mural</i>	<i>Ainacis</i>	PH	SS
Boraginaceae	<i>Heliotropium ramosissimum</i> (lehm) dc,	<i>Tahanna</i>	T	SS
Brassicaceae	<i>Farsetia ramosissima</i> Hochst ex Fourn..	<i>Illig</i>	T	SS
	<i>Zilla spinosa</i> (L.) Prantl	<i>Aftazzan</i>	CH	SS
	<i>Oudneya africana</i> R. Br.	/	CH	SS
	<i>Schouwia thebaica</i> webb	<i>Ahalouat</i>	T	SS
	<i>Morettia canescens</i> boiss	<i>Aslagh</i>	CH-T	T-SS
Capparaceae	<i>Maerua crassifolia</i> (forskal)	<i>Aggar</i>	PH	T-SS
	<i>Cleome brachycarpa</i> vahl ex DC	<i>Ahouyad</i>	T	T
Capparidaceae	<i>Boscia senegalensis</i> (pers) lam .ex poirt	<i>Tadhant</i>	PH	T
Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i> .L	<i>Aramasse</i>	CH	M-SS
	<i>Cornulaca monacantha</i> .del	<i>Tahara</i>	CH	SS
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> .L. Var agestis naud	<i>Emamman</i>	H-T	T
	<i>Citrullus colocynthis</i> (L) schrader	<i>Ewalenf</i>	H-T	SS
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora brocchiana</i> vis	<i>Afaraq</i>	CH-T	T-SS

Famille	Nom latin actuel	Nom vernaculaire	Bio-morphologie	Bio-géographique
	<i>Euphorbia forskalii</i> gay	Talakh	T	SS
Faba-caesalpiniaceae	<i>Cassia sennal</i>	Afatanker	CH	T-SS
	<i>Cassia italica</i> (miller) lam,exf,w andrews	Agargar	CH-T	T-SS
Fabaceae	<i>Astragalus vogelii</i> 'webb) burm	Adrailal	T	T-SS
	<i>Lotus glinoides</i> .del	Assarsem	PH	T
	<i>Astragalus gombo</i> .coss. Et dur	Ekachaker	CH	End
Faba-fabaceae	<i>Astragalus trIgonus</i> DC	Akachaker	CH	SS
	<i>Psoralea plicata</i> Del.	/	T	SS
	<i>Crotalaria saharae</i> cosson	Afarfar	CH-T	SS
Faba-mimosaceae	<i>Acacia seyal</i> Del.	Ouref	Phan	SS
	<i>Faidherbia albida</i> (del) A,chev	Ahtes	PH	T
	<i>Acacia nilotica</i> (L,)willd,Exdel	Tahaggart	PH	T
	<i>Acacia ehrenbergiana</i> hayne	Tamat	PH	T-SS
	<i>Acacia tortilis</i> (forskal) hayne	Tessaghert	PH	T-SS
Juncaceae	<i>Juncus sp</i>	Talagut	HY	COSM
Limiaceae	<i>Launaea capitata</i>	Aghardali	PH	SS
	<i>Ballota hirsuta</i> .benth	Agoush nedi	CH	T
Menispermaceae	<i>Cocculus pendulus</i> (J.R et G.forst) diels	Tamilt	PH	SS
Mimosaceae	<i>Acacia senegal</i> (L) willd	Ewarwar	PH	T
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia repens</i> ,L,	Tebdebadt	T	T-SS
Orobanchaceae	<i>Orobanche aegyptiaca</i> .persoon	Efatakshi	T	T
	<i>Cistanche phelypaea</i> (L) cout	Ehachliwan	T	M-SS
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i> Desf.	Anadem	T	SS
Poaceae	<i>Stipagrostis plumosa</i> (L) munro ex T anderson	Aboujaki	H	SS
	<i>Panicum turgidum</i> ,forskal	Afazuo	CH	T-SS
	<i>Stipagrostis plumosa</i> (L) minro ex T ,anderson	Aghammoud	H-T	SS
	<i>Stipagrostis obtusa</i> (del) nees	Almmouz	H	M-SS
	<i>Pannisetum divisum</i> (forskal) ex gmelin,henrard	Tabanaout	H-T	M-SS
	<i>Desmostachya bipinnata</i> (L) stapf	Tagsast	H	T-SS
	<i>Cynodon dactylon</i> (L) pers	Takart	H	COSM
	<i>Stipagrostis pungens</i> (desf) de winter	Tassoye	H-T	M-SS
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L) sprengel	Tebaremt	H	SS
Polygonaceae	<i>Emex spinosa</i> (L.) Campderá	Tululut	T	SS

Famille	Nom latin actuel	Nom vernaculaire	Bio-morphologie	Bio-géographique
	<i>Rumex simplicifolius</i> Murb.	<i>Ténasmimt</i>	T	SS
	<i>Calligonum comosum</i> .l'hér.	<i>Arassou</i>	n PH	SS
<i>Resedaceae</i>	<i>Reseda villosa</i> cosson	<i>Abalandag</i>	H-T	T-SS
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ziziphus lotus</i> (L) desf ssp <i>saharae</i> maire	<i>Tabakat</i>	PH	M-SS-IT
	<i>Ziziphus mauritiana</i> .lam	<i>Techehant</i>	PH	T
<i>Rosaceae</i>	<i>Neurada procumbens</i> L.	<i>Anfal</i>	T	SS
<i>Salvadoraceae</i>	<i>Salvadora persica</i> L	<i>Teshaq</i>	PH	T-SS
<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix aphylla</i> (L) karsten	<i>Abarakan</i>	PH	SS
	<i>Tamarix africana</i> poiret	<i>Azaoua</i>	PH	M
<i>Tiliaceae</i>	<i>Grewia tenax</i> (forskal) fiori	<i>Tarakadt</i>	n PH	T
<i>Zygophylliaceae</i>	<i>Fagonia arabica</i> L.	<i>Ambarug</i>	CH	SS
	<i>Fagonia microphylla</i> Pomel var. <i>fructicans</i> (Cosson) Maire	<i>Tahanatnat</i>	CH	SS
	<i>Fagonia glutinosa</i> Del.	<i>Tamadunt</i>	PH	SS
	<i>Tribulus mollis</i> ehrenb ex <i>schweinf</i>	<i>Eglash</i>	T	T-SS
	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L) del	<i>Tabouraq</i>	PH	T-SS
	<i>Fagonia bruguieri</i> DC	<i>Tafassurt</i>	T	SS
	<i>Tribulus terrestris</i> L,	<i>Taggaroft</i>	T	COSM

Le Sahara méridional algérien est très riche par les végétaux spontanés surtout après le régime pluviométrique estival. Cette zone est, aussi, considérée comme une intersection entre le Sahara central et la zone tropicale, c'est ce qui explique sa richesse floristique.

2.1.1.2 Types bio-morphologiques :

Dans notre travail, nous avons trouvé que les Thérophytes et les Phanérophytes sont les plus abondantes par rapport aux autres types bio-morphologiques. Tous les types bio-morphologiques recensés, ont été cités dans le tableau suivant.

Tableau 2.2: Abondance des différents types bio-morphologiques de la flore au Sahara méridional

Code	Désignation	Nombre d'espèces	Fréquences (%)
T	Thérophytes	20	26,66
H	Hémicryptophytes	05	06,66
H-T	H ou T	06	08,00
CH	Chamaephytes	14	18,66
CH-T	CH ou T	06	08,00
PH	Phanérophytes	19	25,33
nPH	Nano-phanérophytes	04	05,33
HY	hydrophytes	01	01,33
	Total	75	100,00

2.1.1.3 Types biogéographiques :

Au cours de nos prospections, les espèces Tropicales-saharo-sindiennes, Saharo-sindiennes et Tropicales sont plus abondantes dans cette partie du Sahara algérien. Ces données biogéographiques nous permettent de connaître l'origine de ces espèces.

Tableau 2.3 : Abondance des différents types biogéographiques de la flore au Sahara méridional

Code	Désignation	Nombre d'espèces	Fréquences (%)
Cosm	Cosmopolite	04	05,33
M	Méditerranéennes	01	01,33
M-SS	Méditerranéennes et saharo-sindiennes	06	08,00
M-SS-IT	M-SS et irano-touraniennes	01	01,33
SS	Saharo-sindiennes	31	41,33
T-SS	Tropicales et saharo-sindiennes	18	24,00
T	Tropicales	12	16,00
EA	Est-africaines	01	01,33
End	Endémiques	01	01,33
	Total	75	100,00

Nous avons constaté qu'il existe, au Sahara méridionale, des végétaux d'origine Sahara centrale.

[60] a ajouté que dans le Sahara méridional, les classes les mieux représentées indiquent une forte appartenance saharo-sindienne et paléo-tropicale

2.1.1.4 Les typologies :

Dans notre étude les relevés floristiques sont redevables d'analyses typologiques. Les analyses de cette étude ont été effectuées avec le logiciel *Excel Stat*. 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.

Ces relevés phytosociologiques ont fait objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC) à base des relevés - espèces. Ce type d'analyse est classiquement utilisé en phytosociologie [61]. Grâce aux résultats de l'AFC, nous pouvons structurer le tableau phytosociologique.

2.1.1.4.1 L'analyse factorielle des correspondances :

Une analyse factorielle des correspondances a été réalisée, fondées sur 192 relevés et 75 espèces.

Les trois premiers axes de l'AFC (Figures 3) ont respectivement des valeurs propres de 0,047, 0,040 et 0,035. Le pourcentage cumulé pour les cinq axes est de 18,586.

En tenant compte de la contribution des espèces à la formation des axes, nous avons défini les groupes d'espèces végétales pour chaque axe.

Axe 1 (AFC-1) : Sur le plan 1/2, nous remarquons un effet Gutteman, et qui correspond à l'interaction de deux facteurs. Il s'agit de la répartition des espèces selon les différents bioclimats et de leurs répartitions en fonction de la texture du Sol.

L'analyse de l'axe 1 (Figure 3) met en évidence trois groupes d'espèces caractérisant chacun un type de biotope. Il a été interprété en s'appuyant sur les observations de terrain et les données contenues dans la Flore du Sahara d'[80] . Aussi, nous pouvons regrouper des espèces selon leurs exigences pédologiques.

Groupe AFC-1a : Du coté positif de l'axe 2 (Figure 3) on trouve un groupe d'espèces qui caractérisent les biotopes visités lors la sortie estivale. Ces espèces sont : *Cucumis melo*, *Calligonum comosum*, *Chamomilla mural* et *Astragalus vogelii*.

Groupe AFC-1b : un groupe intermédiaire est représenté par un ensemble d'espèces végétales caractéristiques des milieux du Sahara méridionale, mises à part *Fagonia bruguieri*, espèce à large répartition au Sud algérien. Les espèces de ce groupe sont : *Acacia nilotica*, *Fagonia bruguieri*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus lotus* et *Panicum turgidum*.

Groupe AFC-1c : Le troisième groupe se trouvant du côté négatif de l'axe, caractérise par contre les milieux du Sahara méridional durant la période automnale (extrême Sud algérien). Il est constitué principalement de *boerhavia repens*, *cistanche phelypaea*, *cornulaca monacantha*, *heliotropium ramosissimum*, *juncus sp*, et *schowia thebaica*.

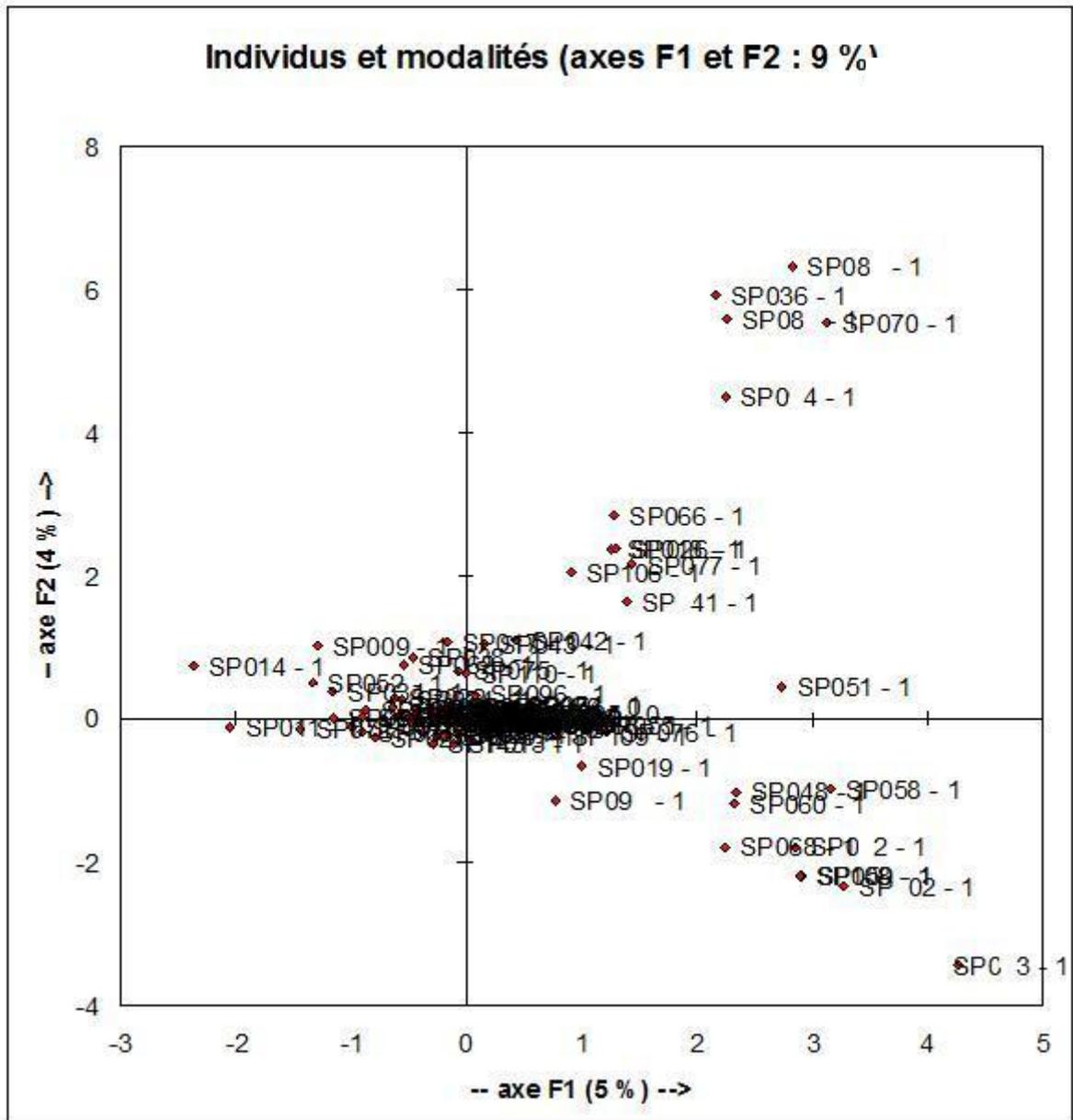


Figure 2.3: Plan factoriel 1-2 de l'AFC.

Pour le même axe nous avons définis des groupes en fonction de leurs affinités vis à vis la texture du sol.

Du côté positif de l'axe, nous retrouvons un premier groupe d'espèces végétales des milieux argileux humides, constitués par des cuvettes où stagnent les eaux de pluie.

Il est suivi par un autre groupe d'espèces des milieux argilo-limono-sableux.

Nous retrouvons par la suite un groupe formé d'un ensemble de plantes caractéristiques des sols peu compacts. Ils sont constitués de sable et d'argile (sols sablo-argileux). A la suite de pluies abondantes, une végétation dense constituée surtout de *Fagonia bruguieri* s'installe sur de grandes étendues. Dans ce groupe on trouve d'autres espèces végétales telles que : *Grewia tenax*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia senegal*, *Acacia nilotica* et *Cleome brachycarpa*.

A l'autre extrémité de l'axe, nous retrouvons un groupe qui réuni un ensemble assez important d'espèces qui caractérisent les zones d'écoulement et d'épandages telles que *Panicum turgidum*, *Morettia canesens*, *Tribulus terrestris* et *Astragalus vogelii* ; et des zones d'épandages comme *Calligonum polygonoides*, *Schouwia thebaica*, *Heliotropium ramosissimum*, et *Citrullus colocynthis*. Presque toutes les espèces végétales de ce groupe caractérisent des milieux légers sableux à sablo-limoneux.

L'axe 1, correspond donc à un gradient latitudinal ou bioclimatique et à la texture du sol.

2.1.1.4.2 La constitution du tableau phytosociologique :

Un tableau phytosociologique est construit en utilisant l'ordre des AFC (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.

Tableau 2.4 : Tableau phytosociologique du Sahara méridional algérien.

	Occ														
	Occ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Groupements Végétaux			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Nombre des groupements			7	4	18	32	21	49	26	8	8	4	10	5	
Nb sp/Rlv =>	192		9,80	21,33	7,30	4,00	9,14	3,92	2,46	20,00	24,00	48,00	14,93	23,04	
<i>Desmostachya bipinnata</i> (L) stapf	0	Gsp_0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	48,00
<i>Reseda villosa</i> Cosson	0	Gsp_1	.	.	.	+	+	-	.	++	++	.	.	.	9,60
<i>Faidherbia albida</i> (Del.) A. Chevall.	0	Gsp_1	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	16,00
<i>Solenostemma argel</i> (Delile) Hayne	0	Gsp_1	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	20,00
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne.	0	Gsp_1	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	++	.	13,71
<i>Grewia picta</i> Baill. var. <i>picta</i>	0	Gsp_1	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	.	.	14,40
<i>Atriplex halimus</i> L.	0	Gsp_2	.	.	.	++	.	-	++	.	+	++	++	.	8,00
<i>Juncus</i> sp	0	Gsp_2	.	.	.	+	.	-	.	++	.	++	.	++	11,82
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) lam .ex Poir.	0	Gsp_2	.	.	.	+	.	-	++	.	.	.	++	.	10,97

<i>Cassia italica (Mill.) Spreng.</i>	0	Gsp_5	.	.	+	+	+	+	+	.	++	-	+	+	1,60
<i>Aerva javanica (Burm.f.) Juss.</i>	0	Gsp_5	+	.	-	+	+	+	+	.	++	++	-	.	2,11
<i>Acacia tortilis subsp. raddiana (Savi) Brenan</i>	0	Gsp_5	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	1,31
<i>Cleome brachycarpa vahl ex DC</i>	0	Gsp_5	.	.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	1,35
<i>Acacia ehrenbergiana Hayne</i>	0	Gsp_5	.	.	.	+	+	++	+	.	++	.	-	.	2,61
<i>Schowwia thebaica Webb</i>	0	Gsp_5	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	1,42
<i>Panicum turgidum Forssk.</i>	0	Gsp_5	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	1,22
<i>Morettia canescens Boiss.</i>	0	Gsp_5	++	.	-	-	++	++	-	.	-	.	.	.	2,13
<i>Cymbopogon schoenanthus (L.) Spreng.</i>	0	Gsp_6	++	.	++	-	-	++	+	.	++	.	.	-	1,99
<i>Stipagrostis plumosa (L.) Munro ex T.Anderson</i>	0	Gsp_6	.	.	-	-	.	++	-	.	+	.	.	.	2,94
<i>Stipagrostis obtusa (Delile) Nees</i>	0	Gsp_6	-	+	++	-	-	++	+	.	+	.	-	.	1,62
<i>Fagonia bruguieri DC.</i>	0	Gsp_6	.	.	+	-	-	++	+	+	+	.	.	++	1,81

<i>Cornulaca monacantha Delile</i>	0	Gsp_6	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	3,92
<i>Citrullus colocynthis (L.) Schrad.</i>	0	Gsp_6	.	.	+	+	-	++	+	.	-	++	-	.	2,59
<i>Tribulus terrestris L.</i>	0	Gsp_6	.	.	-	+	-	++	-	.	++	++	.	.	2,29
<i>Maerua crassifolia Forssk.</i>	0	Gsp_7	.	.	-	++	+	+	-	-	++	++	-	.	2,53
<i>Salvadora persica L.</i>	0	Gsp_7	.	.	-	++	+	-	.	++	.	++	++	.	3,69
<i>Cassia senna L.</i>	0	Gsp_7	.	.	.	+	+	++	.	.	.	++	.	.	6,86
<i>Tamarix aphylla (L.) H.Karst.</i>	0	Gsp_7	.	.	.	++	.	+	.	.	.	.	.	.	4,00
<i>Pulicaria incisa (lam) Dc</i>	0	Gsp_8	+	++	++	-	++	.	+	.	-	.	++	++	3,84
<i>Chrozophora brocchiana (Vis.) Schweinf.</i>	0	Gsp_8	.	.	-	+	.	+	++	+	+	+	+	.	2,46
<i>Pergularia daemia (Forssk.) Chiov.</i>	0	Gsp_8	.	.	-	-	+	-	++	-	+	.	+	++	3,66
<i>Leptadenia pyrotechnica (Forssk.) Decne.</i>	0	Gsp_9	-	.	-	+	++	-	.	++	++	-	.	-	2,39
<i>Boerhavia repens L.</i>	0	Gsp_9	.	.	++	-	++	-	.	.	++	.	.	.	4,50

<i>Fagonia glutinosa Delile</i>	0	Gsp_11	.	++	.	-	++	.	.	.	++	.	++	.	21,33
<i>Tribulus mollis ehrenb ex schweinf</i>	0	Gsp_12	++	.	++	.	+	.	.	.	+	.	.	.	7,30
<i>Amaranthus graecizans L.</i>	0	Gsp_12	++	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	9,80
			9,80	21,33	7,30	4,00	9,14	3,92	2,46	20,00	24,00	48,00	14,93	23,04	

++ : Fréquence compensées > 1,15 : présence hautement significative ;

+ : fréquence compensées < 1,15 : présence ;

- : 0 < fréquence compensées < 0,85 : présence hautement non significative ;

. : fréquence compensées = 0 : absence.

2.1.1.4.3 Les groupements végétaux :

Un tableau phytosociologique synthétique (espèces / groupements floristiques) est fourni dans le tableau (4). Il met en évidence les relations existant entre les différents groupes de l'AFC et les différents types de biotopes prospectés.

L'analyse de l'AFC a été réalisée sur un ensemble de 192 relevés et 75 espèces qui constituent la partie active de l'analyse phytosociologique.

Dans le tableau phytosociologique, la classe 4 (++) des fréquences compensées sont celles qui contribuent le plus fortement à la caractérisation d'un bloc donné et qui est suivit de la classe 3 (+). La classe 1 (•) correspond aux espèces absentes dans le bloc; alors que la classe 2 (-) correspond aux espèces végétales à très large répartition.

L'analyse de ce tableau fait ressortir des ensembles d'espèces caractéristiques des groupements propres aux différents types de biotope, ainsi les résultats de l'AFC.

Dans les biotopes acridiens prospectés dans le Sud algérien, les plantes tendent à se réunir suivant leurs affinités biologiques et suivant leurs exigences vis-à-vis du milieu ambiant.

En effet, l'analyse floristique du tapis végétal a permis de mettre en évidence une douzaine de groupements floristiques qui se répartissent en fonction de la texture du sol et du bioclimat. Les différents groupements végétaux définis sont essentiellement :

– **Le groupement 1** : à *Solenostemma argel* et *Faidherbia albida* accompagnées d'espèces comme : *Grewia picta*, *Leptadenia hastata*, et *Reseda villosa*: toutes ces espèces caractérisent par des biotopes, principalement de sols lourds, compacte ou sols sableux rocailleux.

– **Le groupement 2** : à *Lotus glinoides* qui est subdivisé en deux faciès : un faciès typique et un faciès appauvrit. Dans ce groupe, on trouve des certaines espèces, sur les regs (*Cucumis melo*) ou au niveau des lits d'oueds (*Juncus sp*). Dans ce groupe on trouve aussi, *Atriplex halimus*, *Boscia senegalensis* et *Cenchrus biflorus*.

– **Le groupement 3** : à *Acacia senegal* accompagnées d'espèces comme : *Cistanche phelypaea*, *Ziziphus lotus*, *Calligonum polygonoides* et *Chamaesyce granulata* : toutes ces espèces caractérisent, principalement sur sols légers, incompacte ou sols sableux.

– **Le groupement 4 :** à *Tamarix africana* et *Astragalus gombo* accompagnées d'espèces comme : *Crotalaria saharae*, Ce groupement caractérise les sols sablonneux et sablo-limoneux des zones d'écoulement et d'épandage.

– **Un syntaxon, constitué de trois groupements :** le groupement à *Aerva javanica* et *Cassia italica* sur sols limono-sableux et argilo-limono-sableux humide, le groupement à *Acacia ehrenbergiana* et *Schouwia thebaica* et le groupement à *Morettia canescens* et *Panicum turgidum* sur sols limono-sableux parfois caillouteux.

– **Le groupement 6 :** à *Cornulaca monacantha* et *Stipagrostis plumosa* accompagnées d'espèces comme : *Citrullus colocynthis*, *Tribulus terrestris*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Fagonia bruguieri* et *Stipagrostis obtusa*: toute ces espèces caractérisent par des biotopes à sols limono-sableux.

– **Le groupement 7 :** à *Cassia senna* qui est subdivisé en deux faciès : un faciès typique et un faciès appauvrit. Dans ce groupe, on trouve des certaines espèces, sur les affluent d'oeud (*Salvadora persica*) sur sols un peu lourd ou au niveau des lits d'oueds (*Maerua crassifolia*).

– **Le groupement 8 :** à *Chrozophora brocchiana* et *Pergularia daemia* ces espèces caractérisent par des biotopes à sols limono-sableux et parfois caillouteux.

– **Le groupement 9 :** à *Matricaria recutita* accompagnées d'espèces comme : *Leptadenia pyrotechnica*, *Boerhavia repens*, *Balanites aegyptiaca*, *Heliotropium ramosissimum* et *Stipagrostis pungens*: toute ces espèces caractérisent par des biotopes à sols limono-sableux fin.

– **Le groupement 10 :** à *Ballota hirsuta* et *Cynodon dactylon* accompagnées d'espèces comme : *Launaea capitata*, *Pennisetum divisum*, et *Calotropis procera* : toute ces espèces caractérisent par des biotopes à sols limono-argileux.

– **Le groupement 11 :** à *Orobanche aegyptiaca* accompagnées d'espèces comme : *Astragalus vogelii* et *Pancratium tenuifolium*: toute ces espèces caractérisent par des biotopes à sols un peu léger et sableux.

– **Le groupement 12 :** à *Amaranthus graecizans* et *Tribulus mollis* : ces espèces caractérisent par des biotopes à sols un peu léger.

– **Un syntaxon d'ordre supérieur similaire au troisième groupement** qui a des caractéristiques électives. Il est divisé en quatre groupements : le groupement à *Schouwia thebaica* et *Aerva javanica*, le groupement à *Acacia tortillis* ssp. *raddiana*, le groupement à *Panicum turgidum* et le groupement à *Stipagrostis obtusa* et *Francoeuria undulata*.

Dans ces biotopes s'individualisent, quand une espèce devient dominante (coefficient d'abandonce / dominance de 3, 4 ou 5), des faciès tels que : le faciès à *Fagonia bruguieri*, le faciès à *Panicum turgidum*, le faciès à *Schouwia thebaica*, le faciès à *Psoralea plicata*, le faciès à *Helianthemum lippii*, le faciès à *Hyosciamus muticus*, le faciès à *Fagonia glutinosa*, le faciès à *Stipagrostis plumosa*, le faciès *Cornulaca monacantha* *Citrullus colocynthis* et le faciès *Morettia canescens*.

Les milieux ainsi définis présentent des potentialités contrastées pour le Criquet pèlerin dont ils permettront de mieux décrire et caractériser les principaux type de biotopes.

2.1.2 Texture et Humidité du sol :

L'étude de la structure et de l'humidité du sol peut nous permettre de connaître avec précision, l'écologie du Criquet pèlerin et les biotopes susceptibles d'abriter le Criquet pèlerin en période de reproduction.

La texture du sol influe sur la reproduction du Criquet pèlerin et sur la nature du tapis végétal qui s'y installe. Pour pondre, les femelles du Criquet pèlerin recherchent des sols, pas trop compacts humides en surface, qui assure le maintien de conditions favorables pour la ponte et surtout pour l'hydratation et l'incubation des œufs [82].

Pour notre présent travail on constate, que les sols sablonneux ou Légers (limoneux-sableux) sont très abondants dans les sites où le Criquet pèlerin est présent.

Dans les biotopes prospectés, l'humidité était moyenne, mais après les pluies estivales, ces sols sont devenus très favorables à la reproduction acridienne (ponte) et au développement embryonnaire.

Tableau 2.5 : Fréquence de texture des sols dans les biotopes prospectés

Texture du sol	Nombre des relevées	fréquence (%)
Argilo-limono-sableux fin	15	07,67
Limono-sableux fin	68	35,35
Limono-sableux fin et sableux grossier	35	18,21
Sableux fin	09	04,82
Sableux fin-Caillouteux	12	06,42
Sableux fin sableux grossier-Gravilloneux	30	15,53
Sableux fin sableux grossier-Gravilloneux-Caillouteux	23	11,96
Total	192	100,00

2.1.3 Le Criquet :

Dans la première sortie qui a été faite en été, quelques individus de Criquet pèlerin solitaires ont été signalés. Ces individus ont été observés au niveau de 13 sites seulement. C'est pour cela que nous avons prospecté un nombre des biotopes moins que la saison automnale. Mais pour la deuxième sortie toutes les conditions des milieux prospectés (sol et végétation) ont été favorables pour la reproduction de Criquet pèlerin. Durant la deuxième sorties, Les individus de locustes été échantillonnées sur 36 sites prospectés.

Le dispositif de veille contre le Criquet pèlerin a été mis en opération dans l'extrême sud algérien par les équipes de l'INPV, où les oueds ont coulé suite aux précipitations d'août (20mm à Tamanrasset et 16 à B.B.Mokhtar). Ces pluies, alliées aux hautes températures saisonnières, ont créé un milieu humide, avec apparition des premières jeunes pousses favorables au Criquet (Fig.4). Ces conditions deviendront de plus en plus favorables à la reproduction du Criquet pèlerin. C'est pour cela que les zones du Hoggar, Tinzaouaten, Bordj Badji Mokhtar, Timiaouine sont surveillées de près. Au sahel Africain, les pluies saisonnières de mousson ont créé des conditions écologiques très favorables au Criquet, même au nord du Mali, du Niger et surtout de la Mauritanie. Mais le Criquet est absent ou n'a pas encore été signalé [5].

La prospection a touché durant la période automnale, l'ensemble des oueds et bas fonds sahariens qui ont retenu l'eau engendrée par les fortes pluies de mousson de la période estivale. L'analyse thématique des résultats de la prospection corrélés aux données satellites, montre que les conditions écologiques demeurent favorables à la présence et à la reproduction du Criquet (Fig.5) sur l'ensemble des zones prospectées : Hoggar, In Guezzam, Tinzaouaten, Timiaouine et Bordj Badji Mokhtar où le tapis végétal est vert et dense. Mais l'activité acridienne est localisée et composée d'individus matures et immatures isolés à l'état solitaire. Les dernières populations existantes dans les pays sahéliens limitrophes ont rejoint le territoire algérien, rendant dans certains sites, les densités relativement importantes obligeant le traitement préventif [5].

2.1.3.1 Densité des populations :

Au cours de nos prospections, nous avons signalé 38 individus de *S.gregaria* mais aucun individu n'a été capturé pendant les saisons estivales. Pendant les saisons automnales, nous avons signalé 170 individus et parmi lesquels nous avons capturé 41 individus (13 mâles et 28 femelles) pour l'étude de régime alimentaire et de la morphométrie.

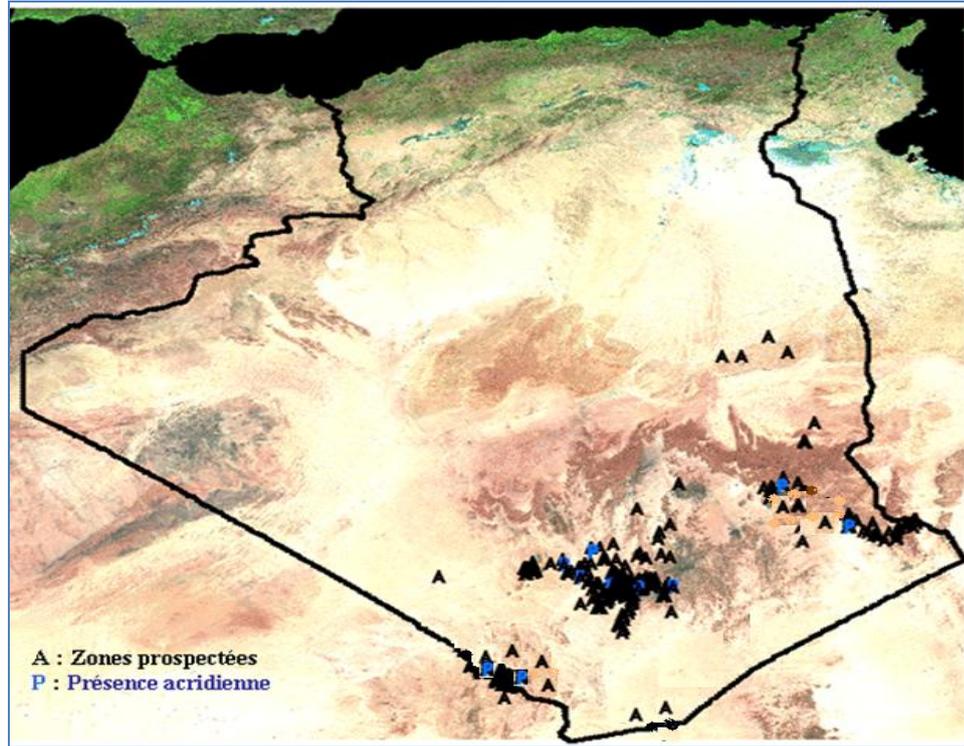


Figure 2.4: Situation acridienne par satellite en été 2010, [5].

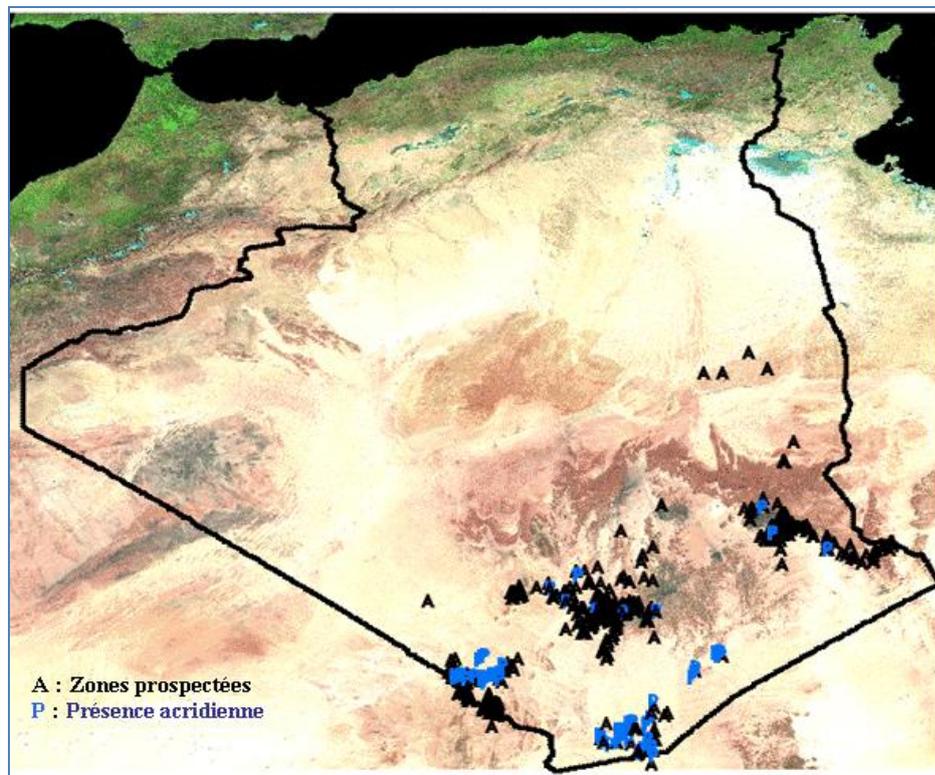


Figure 2.5: Situation acridienne par satellite en automne 2010, [5].

2.1.3.2 Etat phasaire des populations capturées :

La comparaison des différentes caractéristiques morphologiques et pigmentaires permet de définir l'état phasaire de la population acridienne. Le calcul des rapports morphométriques (E/F) et (F/C) (Tableau.6), et leurs présentations sur l'abaque morphométrique (Fig.6), nous ont montré que les individus du Criquet pèlerin ont été généralement solitaire (17 femelles et 08 mâles) et *Transiens* (11 femelles et 05 mâles) dans tous les sites prospectés.

Tableau 2.6 : Mesures morphométriques des individus de *S.gregaria* capturés pendant les prospections

Biotope de relevé	Sexe d'individu	E/F	F/C
Oued. <i>Tagaraout</i>	M	1,95	4,01
	F	1,90	4,18
	F	1,91	4,00
	F	1,92	3,71
Oued. <i>Elafagh</i>	M	1,79	4,14
	F	1,93	3,87
	M	1,89	4,12
	M	1,96	3,71
	F	1,85	4,00
	M	1,68	4,14
	F	1,80	3,71
Oued. <i>Atghar</i>	M	2,00	4,00
	M	1,91	4,16
	F	1,90	3,75
	F	1,93	4,13
	F	2,03	3,75
	M	2,00	4,14
Oued. <i>Taoundart</i>	M	1,96	3,71
	M	1,82	4,19
Oued. <i>Afifas</i>	F	1,93	3,44
	F	1,95	4,18
Oued. <i>Tisroukan</i>	F	1,95	4,00
Oued. <i>Tin alhaoua</i>	F	2,03	4,00
	M	1,94	4,17
	F	1,91	4,00
	M	1,88	4,16
Oued. <i>Inghassan</i>	F	1,86	4,00
	M	2,04	3,42
	M	1,95	4,25
Oued. <i>Inatankarer</i>	M	1,87	4,00

	F	1,96	4.00
	F	1,93	3,44
Oued. <i>Elgh</i>	F	1,94	4,13
	M	1,90	4.00
	M	1,84	4,00
	F	1,86	4,00
	F	2.00	3,33
Oued. <i>Inagourdi</i>	F	2.00	3,75
	M	2,07	3,75
Oued. <i>Goudan</i>	M	1,99	4,17
	F	1,98	4,12
	M	1,75	4,14
	F	1,93	3,87
	M	1,94	4,00
Oued. <i>Agdam</i>	F	1,93	3,33
	F	1,96	4,00
	F	1,92	3,71
	M	1,94	4,00
	M	2.00	4.00
	F	2.00	3,44
Oued. <i>Souran</i>	F	1,96	4,00

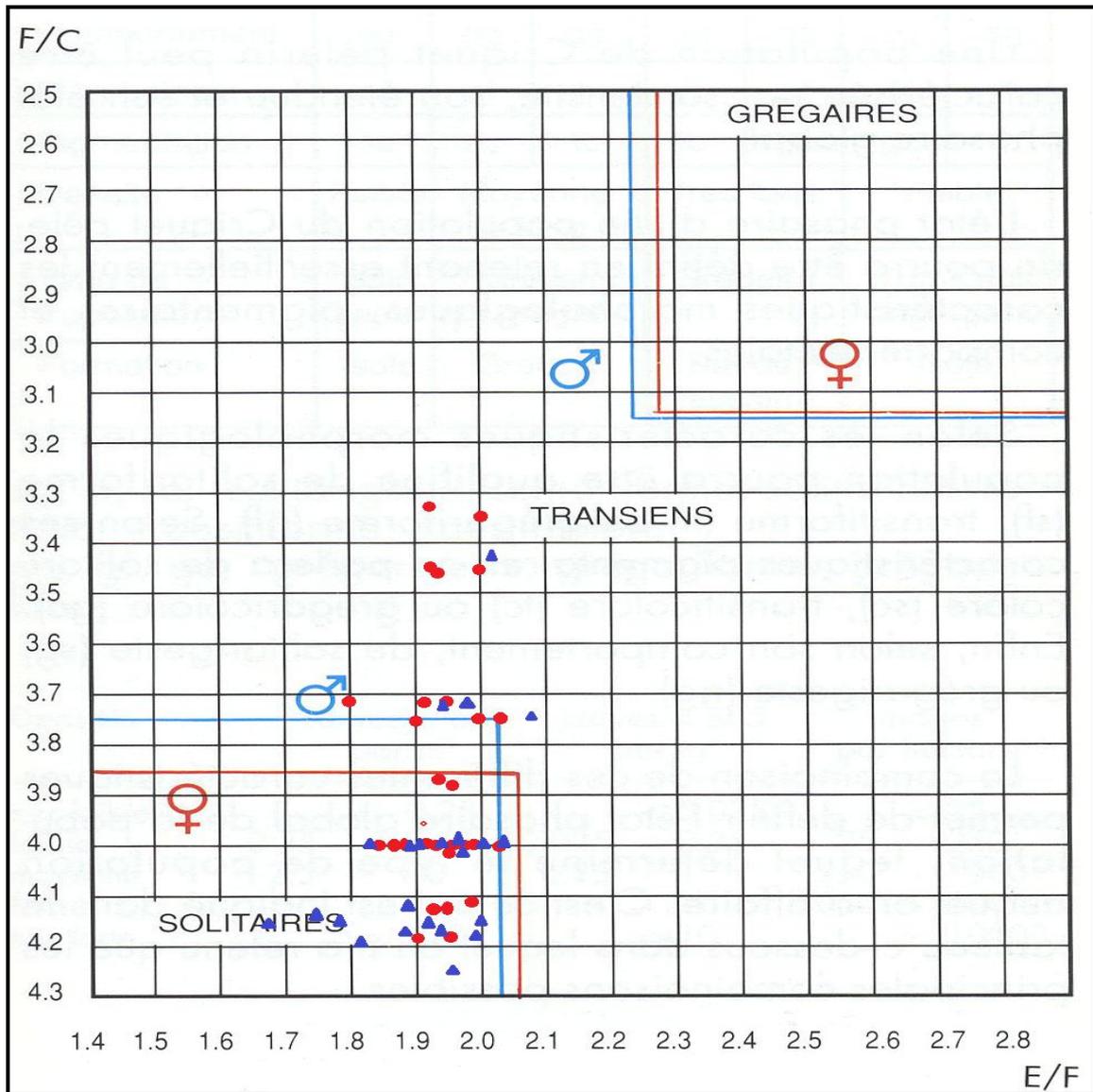


Figure 2.6: Représentation des rapports (E/F) et (F/C) sur l'abaque morphométrique de [89] des individus acridiens capturés.

2.1.3.3 Régime alimentaire des populations capturées :

Après avoir étudié le tapis végétal du Sahara méridional pendant les deux périodes de prospections, nous avons étudié le régime alimentaire du Criquet pèlerin pour mieux connaître son choix alimentaire parmi les espèces végétales qui lui sont offert au niveau des biotopes prospectés.

Cette partie concerne d'abord l'étude du régime alimentaire des individus de *S. gregaria*, mâle et femelle solitaires dans les biotopes de Sahara méridional pendant les deux saisons estivale et automnale. Cette étude consiste à comparer les contenus des fèces

avec l'épidermothèque de référence réalisée à partir d'espèces végétales recensés dans les biotopes où le Criquet pèlerin a été inventorié.

D'après [52], la comparaison entre des fragments végétaux contenus dans les fèces et les cellules des végétaux se fait sur base de quelques critères d'identification à savoir :

- La forme et la taille des cellules,
- Les types de parois,
- La présence et l'absence de poils et le nombre de cellules constituant les poils uni, bi ou pluricellulaires,
- L'importance des nervures et la densité des stomates.

Après les analyses microscopiques, nous avons trouvé que 15 espèces végétales sont présentes dans les fèces des individus mâles et femelles de *S. gregaria*. Ces espèces appartiennent à 10 familles botaniques à savoir les : *Amaranthaceae*, *Asclepiadaceae*, *Brassicaceae*, *Capparaceae*, *Euphorbiaceae*, *Faba-mimosaceae*, *Poaceae*, *Rhamnaceae*, *Salvadoraceae* et *Zygopyliaceae* (Tableau.7).

Tableau 2.7: Fréquence de présence des espèces végétales dans les fèces du Criquet pèlerin

Espèces	Fréquences d'occurrence (%)		
	Femelles	Mâles	Totale (M+F)
<i>Acacia tortilis</i>	11,76	03,92	13,73
<i>Aerva javanica</i>	15,69	05,88	13,73
<i>Chrozophora brocchiana</i>	07,84	03,92	05,88
<i>Cleome brachycarpa</i>	03,92	01,96	09,80
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	01,96	05,88	03,92
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	07,84	01,96	09,80
<i>Maerua crassifolia</i>	01,96	01,96	03,92
<i>Panicum turgidum</i>	25,49	17,65	31,37
<i>Pergularia daemia</i>	01,96	03,92	05,88
<i>Salvadora persica</i>	03,92	09,80	13,73
<i>Schouwia thebaica</i>	60,78	52,94	88,24
<i>Stipagrostis obtusa</i>	17,65	09,80	15,69
<i>Stipagrostis pungens</i>	05,88	01,96	05,88
<i>Tribulus mollis</i>	09,80	01,96	07,84
<i>Ziziphus lotus</i>	05,88	01,96	05,88

Parmi les espèces qui sont inventoriées dans les fèces du Criquets pèlerin, *Schouwia thebaica* a été très abondante avec une fréquence totale dans les fèces de 88,24%; suit de *Panicum turgidum* (31,37%) et de *Stipagrostis obtusa* (15,69%) (Fig.7).

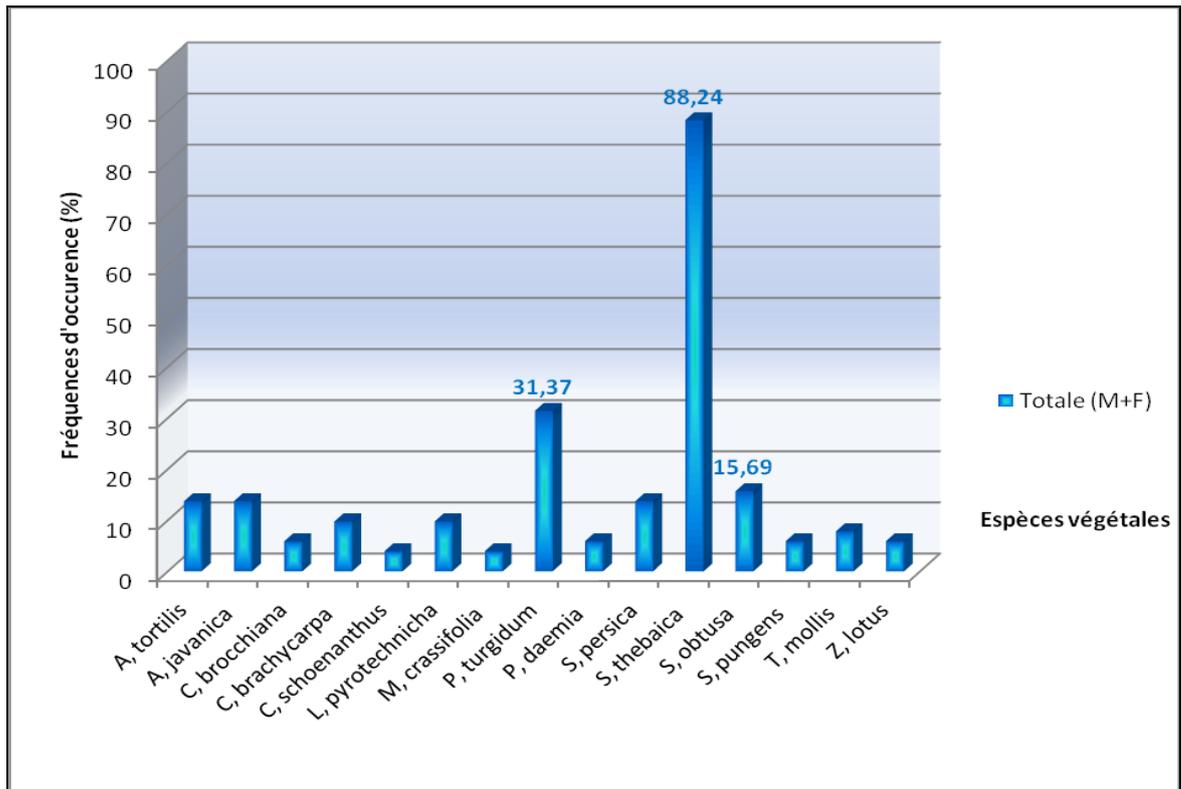


Figure 2.7: Fréquences de présence totale des espèces végétales trouvées dans les fèces des individus capturés.

Nous avons aussi remarqué que l'alimentation des femelles est légèrement importante par rapport à celle des mâles c'est-à-dire qu'elles consomment plus de végétaux. L'espèce *Schouwia thebaica* est plus abondante dans les fèces des femelles (60,78%). Elle a été de 52,94% chez les mâles. La même chose concerne *Panicum turgidum* a été mieux consommée par les femelles (25,49% pour les femelles et 17,65% pour les mâles). La même constatation a été faite pour *Stipagrostis obtusa* (17,65% pour les femelles et 9,80% pour les mâles) (Fig.8).

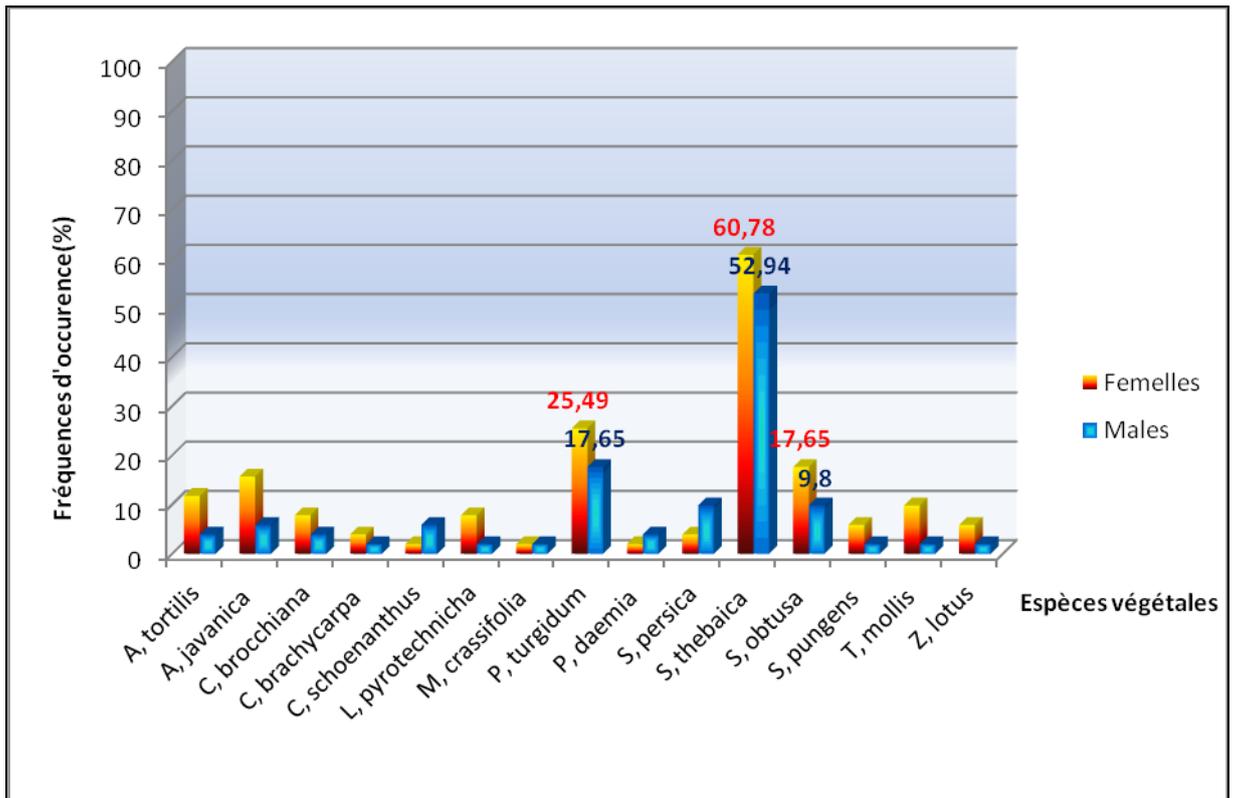


Figure 2.8: Fréquences de présence des espèces végétales trouvées dans les fèces des individus mâles et femelles capturés.

La figure ci-dessous montre que les espèces végétales consommées et non consommées par le Criquet pèlerin existent dans les biotopes avec des fréquences très variées. La fréquence de présence des végétaux dans les biotopes a été très élevée chez *Schouwia thebaica*, *Panicum turgidum* et *Stipagrostis obtusa*, mais leurs fréquences dans les fèces du Criquet pèlerin a été moyenne sauf pour *Schouwia thebaica*.

Pour mettre en évidence, la différence entre le taux de consommation des femelles et des mâles, nous avons utilisé le test F de Fisher et le test T de Student qui comparent les moyennes de deux échantillons. Dans notre cas, l'échantillon 1 (femelles) représente le taux de consommation moyen des femelles et l'échantillon 2, le taux de consommation moyen des mâles.

Tableau 2.8 : Analyse statistique pour la différenciation entre les taux de consommation des femelles et des mâles.

	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1 (femelles)	29,544	1316,962	36,290
Echantillon 2 (males)	26,798	1409,337	37,541

La valeur observée de F de *Fisher* est de 1,070, la P-value associée est de 0,252. Le test étant unilatéral, la p-value est comparée au seuil de signification, $\alpha = 0,050$. La valeur critique du F de Fisher est de 1,182. Au seuil de signification $\alpha = 0,050$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle. Autrement dit, l'inégalité ($\text{Variance}_2 > \text{Variance}_1$) n'est pas significative.

Pour le test t de *Student* pour des données indépendantes (test bilatéral), on pose l'hypothèse que les variances théoriques sont égales. La valeur observée du t de Student (ddl = 776) est de 1,037, la P-value associée est de 0,150. Le test étant bilatéral, la p-value est comparée au seuil de signification $\alpha/2 = 0,025$ et la valeur critique du t de Student (ddl = 776) est de 1,963. Au seuil de signification total $\alpha = 0,050$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Autrement dit, la différence entre les moyennes n'est pas significative. La différence entre la consommation des mâles et des femelles est non significative.

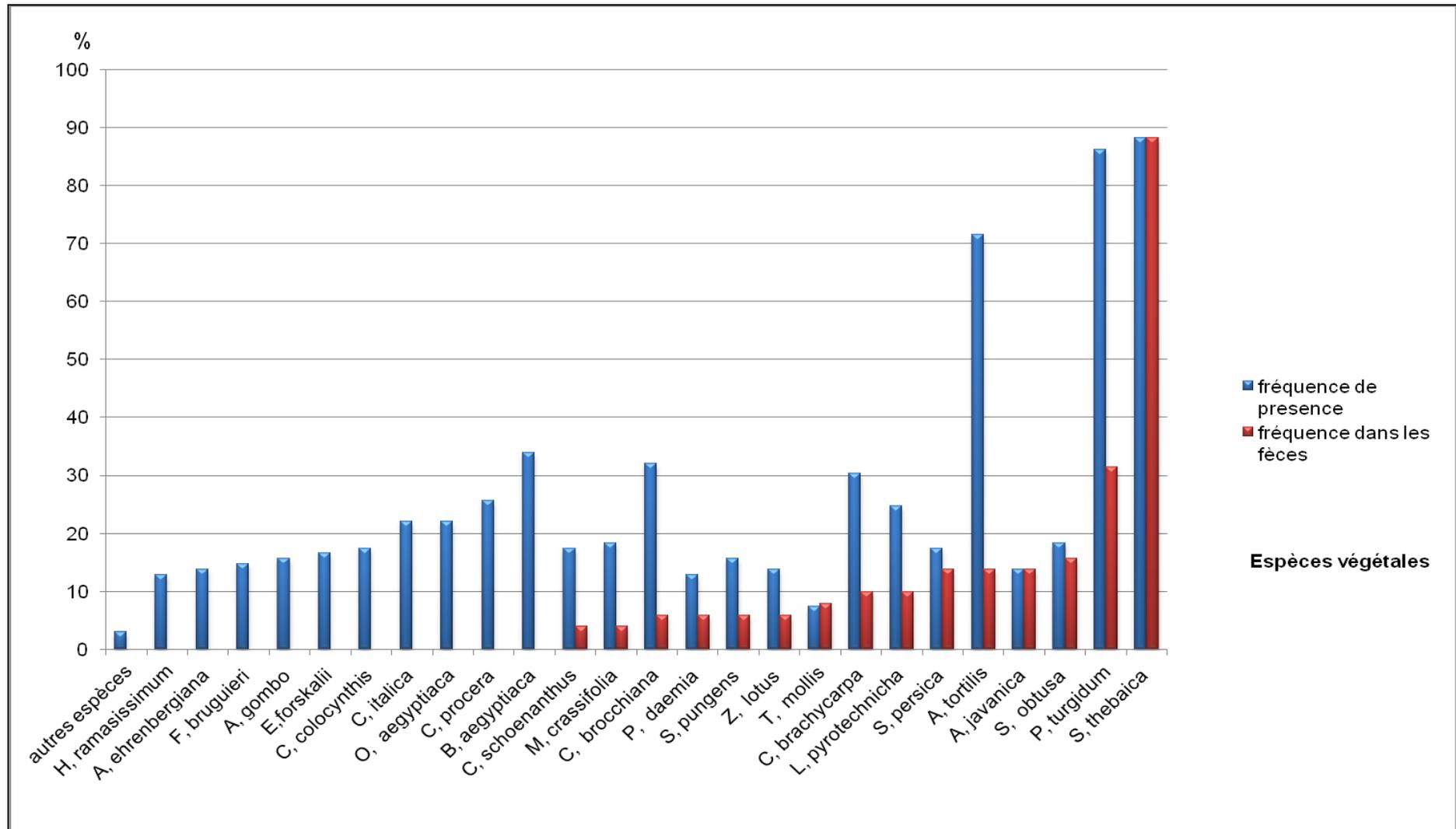


Figure 2.9 : Fréquence de présence sur le terrain et dans les fèces concernant les plantes sur biotopes où *S.gregaria* est présent.

Parmi les familles botaniques les plus fréquentes dans le régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* on trouve, les *Amaranthaceae*, les *Asclepiadaceae*, les *Brassicaceae*, les *Capparaceae*, les *Euphorbiaceae*, les *Faba-mimosaceae*, les *Poaceae*, les *Rhamnaceae*, les *Salvadoraceae* et les *Zygophyllaceae*. Les espèces végétales les plus appréciées par le Criquet pèlerin appartiennent aux familles citées. Elles sont consommées autant de fois qu'elles sont rencontrées, avec des fréquences relativement élevées. Par contre, d'autres familles botaniques sont complètement délaissées. Nous pouvons citer, les *Capparidaceae*, les *F-Mimosaceae* et les *Cucurbitaceae*. Les *Cucurbitaceae* sont bien connues pour présenter des cucurbitacines, triterpènes tétracycliques jouant un rôle de défense contre les herbivores (HARBORNE, 1977, TALLAMY et KRISCHIK, 1989 in [47]).

Sur les neuf espèces de graminées (*Poaceae*) inventoriées, les *Stipagrostis plumosa*, *Pannisetum divisum* et *Desmostachya bipinnata* manque dans le régime alimentaire de *S.gregaria*. Les autres espèces sont par contre bien représentées dans les fèces de l'acridien, à savoir, *Stipagrostis plumosa*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Stipagrostis pungens*, *Stipagrostis obtusa* et *Panicum turgidum*. Dans cette famille, les deux dernières espèces sont les mieux représentées dans les crottes de *S. gregaria*. Nous pouvons attribuer cela à la rareté des deux premières espèces (*Cymbopogon schoenanthus* et *Stipagrostis pungens*) sur le terrain, durant nos prospections.

D'autres espèces par contre, et malgré leurs fortes occurrences sur terrain, n'ont jamais été consommées par les imagos : *Citrullus colocynthis* qui a été observé conjointement avec le Criquet pèlerin solitaire plusieurs fois. Son absence dans les excréments de *S. gregaria* peut s'expliquer par son inappétence. Il est important de signaler que la pulpe du fruit de *Citrullus colocynthis* est consommée par le Criquet pèlerin (observation faite par [41], communiqué par [52]). L'inappétence du *Calotropis procera* a aussi été remarquée et déjà signalée par plusieurs auteurs, [87], [10] et [47].

Nous pouvons citer, dans le même contexte, les arbres et les arbustes inventoriés dans les différents biotopes qui n'ont jamais été recensés dans les fèces du Criquet pèlerin, sauf pour certains individus qui a consommé les feuilles d'*Acacia tortillis ssp. raddiana*. Rappelons que cette espèce a été présente 71% sur le terrain simultanément avec le Criquet pèlerin.

Tableau 2.9 : Analyses statistiques pour la différenciation entre le taux de consommation de *Schistocerca gregaria* et le recouvrement des espèces végétales sur le terrain.

	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	6,576	40,008	6,325
Echantillon 2	30,378	1313,218	36,238

2.1.3.3.1 Test F de Fisher :

La valeur observée du F de *Fisher* est de 32,824 et la P-value associée de 0,000. Le test étant unilatéral, la p-value est comparée au seuil de signification $\alpha = 0,050$. La valeur critique du F de *Fisher* est de 1,182

Au seuil de signification $\alpha = 0,050$, on peut rejeter l'hypothèse nulle. Autrement dit, l'inégalité ($\text{Variance}_2 > \text{Variance}_1$) est significative.

2.1.3.3.2 Test t de Student pour données indépendantes :

On ne fait pas l'hypothèse que les variances théoriques sont égales. La valeur observée du t de *Student* (ddl = 776) est de -12,762 et la P-value associée de 0,000. Le test étant bilatéral, la p-value est comparée au seuil de signification $\alpha/2 = 0,025$. La valeur critique du t de *Student* (ddl = 776) est de 1,967.

Au seuil de signification total $\alpha = 0,050$, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Autrement dit, la différence entre les moyennes est significative.

Les résultats montrent qu'il n'y a aucune concordance entre le taux de consommation des adultes de *S. gregaria* et la fréquence des espèces végétales sur le terrain. En tenant compte du taux de consommation en fonction de l'abondance des espèces végétales, l'imago de *S. gregaria* manifeste des préférences envers les plantes suivantes : *Acacia*

tortilis, *Aerva javanica*, *Chrozophora brocchiana*, *Cleome brachycarpa*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Maerua crassifolia*, *Panicum turgidum*, *Pergularia daemia*, *Salvadora persica*, *Schouwia thebaica*, *Stipagrostis obtusa*, *Stipagrostis pungens*, *Tribulus mollis* et *Ziziphus lotus*.

2.2 Discussion des résultats :

Les résultats obtenus, sur l'étude des biotopes prospectés, sur la morphométrie et sur l'étude de régime alimentaire des individus acridiens inventoriés dans 192 relevés et pendant les deux saisons estivale et automnale de deux ans (2009 à 2010), sont discutés dans ce chapitre.

2.2.1 Caractéristiques des biotopes prospectés :

Durant la prospection estivale, la végétation annuelle a été caractérisée par un recouvrement très faible, et la plupart des végétaux sont sec ou vert en voie de dessèchement. Par contre pendant la prospection automnale, nous avons observé quelques jeunes pousses d'herbe verte sur le lit d'oued où le tapis végétales a été très important, dense, abondant, et en état de verdissement.

Dans les biotopes prospectés, les Thérophytes et les Phanérophytes sont les plus abondants par rapport aux autres types bio-morphologiques. Concernant les types biogéographies, les espèces Saharo-sindiennes, Tropicales-saharo-sindiennes et Tropicales ont été les plus abondantes.

Ce résultat confirme les observations déjà faite par [52] qui a montré que les therophytes et les chamaephytes sont les plus présents dans les biotopes acridiens du Sahara algérien que les autres types. D'autres types sont bien représentés, à savoir, les nano-Phanérophytes et les phanérophytes. Le même auteur a cité que la flore des différents domaines sahariens en Algérie, comprend des espèces saharo-sindienne qui sont largement prédominantes.

L'exploitation des résultats par le biais d'une analyse factorielle des correspondances, nous a permis de comprendre les facteurs écologiques qui déterminent la répartition spatiale des espèces végétales, aussi que les formations végétales existantes dans l'extrême sud algérien en fonction des bioclimats et de texture du sol.

D'après [52] Il en ressort que dans les biotopes prospectés au Sahara algérien, les *Poaceae* sont les plus répandues, suivis des *Brassicaceae* et les *F-Mimosaceae*. Nous pouvons aussi dire que les *F-Fabaceae*, les *Asteraceae* et les *Cucurbitaceae* sont assez bien représentées. Devant l'immensité du territoire, nous pouvons constater que le nombre

d'espèces inventoriées est relativement faible. La flore saharienne apparaît comme très pauvre mais assez variée dans sa composition systématique.

[83] reconnait pour le Sahara, sa grande pauvreté en espèces, son extrême pauvreté en individus et la monotonie des paysages et des groupements végétaux. [81] , 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 gigantesques si les conditions édaphiques demeurent constantes.

Concernant le sol des biotopes prospectés, nous avons remarqué qu'il était humide et sableux ou Léger (limoneux-sableux fin). Ceci a été déjà noté par [52] qui a cité que les sols limoneux-sablonneux (sable fin) sont les mieux représentés dans les différents biotopes acridiens prospectés et sont les plus favorables à la ponte du Criquet pèlerin à condition que l'humidité soit suffisante pour l'incubation des œufs. Ils sont suivis des sols argileux-sableux et argileux-limoneux-sableux. Les sols avec les éléments figurés de type cailloux et rocs sont les moins présents.

2.2.2 Etat phasaire des populations capturées :

Après les calculs des indices morphométriques, et leur présentation sur l'abaque morphométrique ; nous avons trouvé que les individus acridiens capturés (17 femelles et 08 mâles) sont solitaires et d'autres sont *Transiens* (11 femelles et 05 mâles).

Nous avons noté que la majorité des femelles et des mâles sont solitaires. Nous avons noté aussi l'hétérogénéité de l'état de répartition des individus sur l'abaque morphométrique.

[52] a noté que les pluies estivales qui touchent le Sahara méridional et une partie du Sahara central permettent une augmentation des effectifs des populations solitaires vers ces zones à partir du mois de septembre jusqu'au mois de décembre.

OUCHEN (1995 in [12]), a montré que les populations acridiennes provenant de la région de Tamanrasset sont d'état *transiens dissociés*.

[94] , ont signalé que les populations de *S. gregaria* étudiées dans le sud algérien en 1995 se trouvent à l'état *transiens* à tendance solitaire. Par ailleurs les mêmes auteurs affirment qu'une population du Criquet pèlerin provenant de la région de Tamanrasset est

de type hétérogène car la majorité des individus sont des *transiens* avec la présence de quelques individus grégaires et d'autres solitaires.

2.2.3 Régime alimentaire des populations capturées :

Les 15 espèces végétales recensées dans les fèces des individus appartiennent à 10 familles botaniques à savoir les : *Amaranthaceae* (*Aerva javanica*), *Asclepiadaceae* (*Leptadenia pyrotechnica* et *Pergularia daemia*), *Brassicaceae* (*Schowwia thebaica*), *Capparaceae* (*Maerua crassifolia* et *Cleome brachycarpa*), *Euphorbiaceae* (*Chrozophora brocchiana*), *Faba-mimosaceae* (*Acacia tortilis*), *Poaceae* (*Panicum turgidum*, *Stipagrostis obtusa*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Stipagrostis pungens*), *Rhamnaceae* (*Ziziphus lotus*), *Salvadoraceae* (*Salvadora persica*) et *Zygophylliaceae* (*Tribulus mollis*).

Parmi les espèces arborées, nous avons : *Acacia tortilis*, *Salvadora persica*, *Maerua crassifolia* et *Leptadenia pyrotechnica*. Et les espèces arbustives *Aerva javanica* et *Ziziphus lotus*.

Nous avons noté que la fréquence des espèces végétales consommées par les individus acridiens varie en fonction des espèces. *Schowwia thebaica* est très abondante dans les fèces de tous les individus analysés (88.24%), elle a été suivie par *Panicum turgidum* (31.37%) et *Stipagrostis obtusa* (15.69%).

L'alimentation des mâles et femelles a été quantitativement et qualitativement différentes. *Ziziphus lotus*, *Chrozophora brocchiana* et *Stipagrostis pungens* ont été consommées par les femelles mais elles n'ont pas été consommées par les mâles. *Schowwia thebaica* reste appropriée pour les deux sexes.

Le recouvrement des espèces végétales varie pour chaque espèce. *Schowwia thebaica* a été d'une fréquence importante dans tous les sites prospectés dans lesquelles on a signalé la présence du Criquet pèlerin et dans leurs fèces. *Acacia tortilis* a été aussi présentes dans les sites acridiens par contre sa consommation a été relativement faible mais n'empêche que cette espèce est intéressante pour le Criquet (sert comme perchoir et abri pour le Criquet pèlerin).

Les individus acridiens *transiens* ont un comportement alimentaire différent et consomme des espèces végétales plus que les solitaires dans mêmes biotopes.

[52], a trouvé que *Schowwia thebiaca*, *Morettia canescens* et *Tribulus terrester* sont consommées avec des fréquences assez élevées dans les fèces des individus récoltés au

niveau des différents biotopes du Sud algérien en l'occurrence le Hoggar. [55], a montré aussi que *Schouwia thebiaca* est toujours la mieux appréciée par les individus acridiens suivi par *Tribulus terrester*, *Panicum turgidum* et *Stipagrostis pungens* malgré de leur rareté sur le terrain.

D'après [56], la consommation chez les femelles est plus importante qualitativement et quantitativement que chez les mâles. [52], a ajouté que le régime alimentaire diffère peu en fonction du sexe des individus dans le même biotope.

Selon [79], l'abondance des espèces végétales sur le terrain ne semble pas être le seul facteur sur lequel se base le Criquet pèlerin pour la sélection de ces aliments.

D'après [40] *S. gregaria* peut parcourir une vingtaine de kilomètres par jour pour la quête de la nourriture afin de rechercher d'autres aliments qui pourront satisfaire ses besoins nutritionnels. Les mêmes auteurs signalent que la découverte des plantes consommables est une difficulté qui varie selon les exigences de l'insecte, le milieu où il se trouve et ses capacités de détection de la nourriture.



CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Dans notre travail, nous nous sommes penchés sur la description des biotopes acridiens dans la partie méridionale du Sahara algérien. Ceci a été complété par l'étude de la morphométrie et le régime alimentaire du Criquet pèlerin dans quelques biotopes naturels au niveau du Sahara méridional algérien durant deux saisons à savoir : la saison estivale et la saison automnale de deux ans 2009 à 2010.

Nous avons d'abord orienté nos efforts sur l'étude des caractéristiques des biotopes prospectés ainsi que la présence et la densité du Criquet pèlerin. Il semble que les sites où nous avons contacté les populations de *S. gregaria*, présentent quelques potentialités pour ces dernières. Nous avons constaté que la densité des individus est liée à la texture et l'humidité du sol, elle augmente dans des sites caractérisés par un sol à sable fin ou bien sol sablo-limoneux et une humidité importante ceci pouvant favoriser la ponte des femelles.

En ce qui concerne la végétation dans la partie méridionale du Sahara algérien, nous avons inventorié 75 espèces de types biomorphologiques et biogéographiques différentes. Il semblerait que les thérophytes et les phanoréphytes sont les plus fréquents. Concernant le type biogéographiques, les saharo-sindiennes et les tropicales sont les plus fréquentes dans cette zone du Sahara algérien.

Les différentes espèces inventoriées ont été regroupées en une douzaine de groupements en fonction de leurs affinités envers la nature du sol et le bioclimat.

L'étude morphométrique des populations acridiennes échantillonnées dans les différents biotopes acridiens de l'extrême Sud algérien a montré que les populations sont hétérogènes de type solitaire-*transiens* et sont réparties au niveau des différents sites prospectés pendant deux périodes (été et automne) de deux ans 2009 à 2010. Il semble que l'effectif des individus solitaires a augmenté durant les saisons automnales en fonction de l'abondance et le verdissement du tapis végétale.

Concernant les populations acridiennes, les cartes d'occurrence géographique mensuelle tracées à partir des données de l'INPV, nous pouvons déjà déduire que seule le Sahara central et le Sahara méridional sont concernées par des reproductions régulières ou

chroniques du Criquet pèlerin solitaire. Certains sites permettent des reproductions régulières, susceptibles d'engendrer certaines années des phénomènes de transformations phasaire, phénomène critique quand les populations allochtones sont déjà plus ou moins transiens.

La discordance entre la consommation des espèces végétales et leurs abondances dans le biotope montre que *Schistocerca gregaria* manifeste un choix alimentaire. La composition floristique du milieu influence son régime dans le sens où elle limite les possibilités du choix pour l'acridien. Le régime alimentaire diffère peu en fonction du sexe des individus dans un même biotope. Il apparaît que le régime alimentaire du Criquet pèlerin dépend à la fois de la composition du tapis végétal et du choix qu'il fait dans sa quête de nourriture. Le spectre alimentaire des adultes s'élargit aux espèces peu à très peu abondantes et la facilité de leurs déplacements augmente la probabilité d'un choix élargi.

Selon [82], la seule stratégie de lutte contre le Criquet pèlerin, économiquement supportable et écologiquement acceptable, est la lutte préventive. Tous les moyens doivent être mis en œuvre pour empêcher que les effectifs du Criquet pèlerin n'atteignent la masse critique de transiens dont l'évolution deviendrait incontrôlable et au-delà de laquelle le processus de grégarisation généralisée devient irréversible. La lutte préventive requiert une surveillance continue et soutenue des aires de distribution des solitaires et des interventions régulières sur toutes les populations acridiennes en voie de grégarisation susceptibles de participer significativement à l'accroissement des effectifs afin d'éviter par tous les moyens que la masse critique ne soit atteinte.

La mise en œuvre de la lutte préventive est fondée sur les informations obtenues par les réseaux de surveillance dont l'efficacité est liée à une bonne connaissance de la bio-écologie du Criquet pèlerin, de l'état des biotopes et de l'état des populations acridiennes en place.

La connaissance de la végétation du Sahara est devenu indispensable c'est pour cela il faut : Encouragement de la recherche scientifiques dans ces régions ainsi Inventorier et identifier les espèces végétales et plus particulièrement les espèces rares et qui sont en voie de disparition afin de permettre de mieux maîtriser la dynamique des communautés végétales ainsi les écosystèmes de la région.

Au cours de ce travail de recherche principalement basé sur des prospections sur le terrain et des travaux au laboratoire, il nous permettons de bien comprendre la nécessité de contrôler les foyers de reproduction et de grégarisation du criquet pèlerin au niveau de l'extrême sud algérien, aussi l'intérêt du travail sur le terrain ou bien le milieu naturel. Il serait intéressant dans un travail similaire d'améliorer les recherches pour suivre l'évolution de l'activité acridienne dans leurs biotopes pendant les quatre saisons de l'année et pendant plusieurs années, et la méthode d'étude du régime alimentaire en comparant l'abondance spécifique de l'espèce végétale dans les fèces et le biovolume spécifique relatif sur terrain.

Il serait intéressant à l'avenir et pour mieux décrire les biotopes qui sont susceptibles d'abriter le Criquet pèlerin solitaire de :

- ✍...Réaliser des prospections plus larges dans le temps et l'espace.
- ✍...Prospection élargie au Sahara centrale pendant les autres périodes de l'année.
- ✍...Mieux cerner les zones de reproduction susceptible d'héberger des populations solitaires et *transiens* en vue d'une surveillance contenue.
- ✍...Faire des études approfondies sur les foyers grégarigènes de Criquet pèlerin au niveau du Sahara méridional.



SOMMAIRE

SOMMAIRE

RESUME	I
DEDICACE	II
REMERCIEMENTS	III
TABLE DES MATIERES	IV
LISTE DES ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES	V
LISTE DES TABLEAUX	VI
INTRODUCTION	01
PARTIE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	05
1. APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CRIQUET PELERIN	05
1.1 Systématique et morphologie de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775)	05
1.1.1 Morphologie	05
1.1.1.1 L'œuf	05
1.1.1.2 Les larves	06
1.1.1.3 Imagos et Adultes	06
1.2 Biologie du Criquet pèlerin	08
1.2.1 Ponte et embryogenèse	08
1.2.2 Etat larvaire	09
1.2.3 Etat imaginal	09
1.2.4 Maturation sexuelle	10
1.3 Polymorphisme phasaire	12
1.3.1 Description	12
1.3.2 Facteurs influençant les deux phases	14
1.4 Ecologie du Criquet pèlerin	15
1.4.1 Les biotopes de survie	15
1.4.2 Les biotopes de reproduction	16
1.4.3 Les biotopes de grégarisation	17
1.5 Aire de répartition	18

1.5.1 Aire d'invasion	18
1.5.2 Aire de rémission	19
1.5.3 Aires grégarigènes	19
1.6 Importance des dégâts	21
1.7 Comportement alimentaire	21
1.8 Lutte antiacridienne	21
1.8.1 Lutte préventive	22
1.8.2 Lutte curative	22
1.8.3 Principaux moyens de lutte	22
1.8.3.1 Moyens chimiques	22
1.8.3.2 Moyens biologiques	23
1.8.3.2.1 Prédateurs, parasites et parasitoïdes	23
1.8.3.2.2 Agents pathogènes	24
1.8.3.2.3 Plantes acridifuges ou acridicides	24
1.8.4 La lutte antiacridiennes de l'INPV	24
2. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE L'AHAGGAR	25
2.1 Généralité et historique de la région de l'Ahaggar	25
2.2 Situation géographique	25
2.3 Caractérisations de la région de L'Ahaggar	27
2.3.1 Éléments de climatologie	27
2.3.1.1 Synthèse climatique	30
2.3.1.1.1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	31
2.3.1.1.2 Climagramme d'Emberger et étages bioclimatiques	32
2.3.1.1.3 Indice d'Aridité	33
2.3.2 Géologie, topographie et relief	34
2.3.3 Milieu physique	35
2.3.4 Pédologie et sols	35
2.3.5 Réseau hydrographique	37
2.3.5.1 Les Oueds	38
2.3.5.2 Les sources	38
2.3.5.3 Les gueltas	38
2.3.6 Faune et flore	39
2.3.6.1 La richesse faunistique	39
2.3.6.2 La richesse floristique	40
2.3.6.2.1 La végétation des oueds	41
2.3.6.2.2 La végétation des hautes montagnes	41
2.3.6.2.3 La végétation des points d'eau	41
2.4 Spécificité de la zone d'étude (Sahara méridionale algérien)	42
2.4.1 Données climatiques de Sahara méridionale (1995-2005)	44

PARTIE II : EXPERIMENTATION ET RESULTATS	48
1. PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE	48
1.1 Objectif et problématique	48
1.2 Travaux de terrain	49
1.2.1 Choix Du Site D'étude	49
1.2.2. Itinéraires Des Sites Prospectes	50
1.2.3 Déroulement Des Prospections Sur Terrain	51
1.2.3.1 Méthodes de prospections acridiennes	53
1.2.3.1.1 Echantillonnage des individus du Criquet pèlerin	54
1.2.3.1.2 Le <i>transect</i> pedestre	55
1.2.3.1.3 Le <i>transect</i> par véhicule	56
1.2.3.2 Densité des individus	57
1.2.3.3 Capture des individus	58
1.2.3.4 Notations des observations	59
1.2.3.5 La superficie prospectée	60
1.2.3.6 Relevés floristiques	60
1.2.3.6.1 Définition de la phytosociologie	62
1.2.3.7. Relevés édaphiques	62
1.3. Travaux au laboratoire	63
1.3.1 Etude de la Morphométrie de <i>SCHISTOCERCA GREGARIA</i>	63
1.3.2 Technique d'étude du régime alimentaire du criquet pèlerin	65
1.3.2.1 préparation des lames de référence	65
1.3.2.2 Préparation et analyse des fèces	68
1.3.2.3 exploitations des résultats	68
1.3.2.3.1 Etude qualitative	68
1.3.2.3.2 Etude quantitative	69
1.3.2.3.2.1 Richesse totale	69
1.3.2.3.2.2 Richesse moyenne	69
1.4 Exploitation statistiques	69
1.4.1 Analyse factorielle des correspondances (A.F. C.)	69
1.4.2 Le teste t de <i>student</i>	70
1.4.3 Test f de <i>fisher</i>	71
2. RESULTATS ET DISCUSSIONS	72
2.1 Résultats obtenus	72
2.1.1 Caractérisation des biotopes de <i>Schistocerca gregaria</i>	73
2.1.1.1 Inventaire floristique des oueds prospectés	73
2.1.1.2 Types bio-morphologiques	77

2.1.1.3 Types biogéographiques	78
2.1.1.4 Les typologies	79
2.1.1.4.1 L'analyse factorielle des correspondances	80
2.1.1.4.2 La constitution du tableau phytosociologique	82
2.1.1.4.3 Les groupements végétaux	89
2.1.2 Texture et Humidité du sol	91
2.1.3 Le Criquet	92
2.1.3.1 Densité des populations	93
2.1.3.2 Etat phasaire des populations capturées	95
2.1.3.3 Régime alimentaire des populations capturées	97
2.1.3.3.1 Test F de <i>Fisher</i>	105
2.1.3.3.2 Test t de <i>Student</i> pour données indépendantes	105
2.2 Discussion des résultats	107
2.2.1 Caractéristiques des biotopes prospectés	107
2.2.2 Etat phasaire des populations capturées	108
2.2.3 Régime alimentaire des populations capturées	109
 CONCLUSION	 111
 SOMMAIRE	 VII
 APPENDICE	 VIII
A. Liste des symboles et des abréviations	
B. Annexes	
1. La richesse faunistique de la région de l'Ahaggar	
2. Liste des familles et espèces des plantes recensées dans la région de l'Ahaggar	
3. Fiche de notation personnelle.	
4. Photographies des 15 espèces végétales trouvées dans les fèces du criquet	
 GLOSSAIRE	 IX
 REFERENCES	 X

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

C°	:	Degrés Celsius.
E/F	:	Rapport morphométrique de Longueur des élytres sur Longueur du fémur postérieur.
F	:	Femelle.
F.A.O	:	Food and agricultural organization.
F/C	:	Rapport morphométrique de Longueur du fémur postérieur sur Largeur de capsule céphalique.
Fig	:	Figure.
I.N.P.V	:	Institut nationale de protection des végétaux.
Km	:	Kilomètre.
M	:	Mâle.
Max	:	Maximale.
Mm	:	Minimale.
P	:	Précipitation.
S.gregaria	:	Schistocerca gregaria.
T	:	Température.
h	:	Heure.
ha	:	Hectare.
m	:	Mètre.
mm	:	Millimètre.
mn	:	Minute.



ANNEXES

Annexe 01 : La richesse faunistique de la région de l'Ahaggar

A. Mammifères, oiseaux reptiles et amphibiens de la région de Tamanrasset

Groupes	Noms latins	Noms communs	Noms TAMASHAQ
Mammifères	<i>Paraechimys aethiopicus</i>	Herisson du desert	<i>Tiknissit, teknissit</i>
	<i>Chiroptera</i>	Chauve souris	<i>Adeggal-n-teffuk,</i>
	<i>Pipistrellus deserti</i>	Pipistrelle du desert	<i>Adeggal-n-teffuk,</i>
	<i>Canis aureus</i>	Chacal dore	<i>Ebeggi</i>
	<i>Fennecus zerda</i>	Fennec	<i>Akhorhi</i>
	<i>Vulpes rueppellii</i>	Renard famelique	<i>Akhorhi</i>
	<i>Hyaena hyaena</i>	Hyene rayee	<i>Eridel, aghidel</i>
	<i>Lycaonpictus</i>	Lycaon	<i>Tahenchit, taghessit</i>
	<i>Acinonyx jubatus</i>	Guepard	<i>Amayas, ahdel</i>
	<i>Panthera pardus</i>	Panthere	<i>Damessa</i>
	<i>Felis sylvestris libyca</i>	Chat gante	<i>Aghda, taghda</i>
	<i>Procavia capensis</i>	Daman de rocher	<i>Akawka</i>
	<i>Ammotragus lervia</i>	Mouflon a manchettes	<i>Oudad</i>
	<i>Addax nasomaculatus</i>	Addax	<i>Tamellalt</i>
	<i>Oryx dammah</i>	Oryx algazelle	<i>Izzem, tizzemt, ademi</i>
	<i>Gazella dama</i>	Gazelle dama	<i>Inir, enir</i>
	<i>Gazella dorcas</i>	Gazelle dorcas	<i>Ahenked</i>
	<i>Gerbillus spp.</i>	Gerbilles	<i>Akouti, akoutei</i>
	<i>Meriones spp</i>	Menons	<i>Akounder</i>
	<i>Psammomys obesus</i>	Rat des sables	<i>Akounder</i>
	<i>Acomys cahirinus seurati</i>	Souris epineuse egyptienne	<i>Tajejert</i>
	<i>Jaculus jaculus</i>	Petite gerboise d'egypte	<i>Eddawi</i>
	<i>Massoutiera mzabi</i>	Goundi du mzab	<i>Telout</i>
	<i>Lepus capensis</i>	Lievre du cap	<i>Timerwelt,</i>
	<i>Ardea spp.</i>	Heron	<i>Irek</i>
	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	<i>Ibilbil</i>
	<i>Neophron percnopterus</i>	Vautour percnoptere	<i>Taghaldji, taghaldjrt</i>
	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crecerelle	<i>Aloullem</i>
	<i>Falco biarmicus</i>	Falcon faucon lanier	<i>Aloullem, afokka</i>
	<i>Cursorius cursor</i>	Courvite isabelle	<i>Seyellel-ibaraden</i>
<i>Pterocles spp</i>	Ganga	<i>Tbidert</i>	
Oiseaux	<i>Pterocles coronatus</i>	Ganga couronne	<i>Tagdout</i>
	<i>Pterocles lichtensteinii</i>	Ganga de lichtenstein	<i>Tagdout, tintamat</i>
	<i>Columba livia</i>	Pigeon biset	<i>Tidebbirt</i>
	<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	<i>Tadoureit</i>

Groupes	Noms latins	Noms communs	Noms TAMASHAQ
	<i>Streptopelia senegalensis</i>	Tourterelle maillee	<i>Tadjeredjert</i>
	<i>Bubo ascalaphus</i>	Grand-duc du desert	<i>Bouhan, bouihane</i>
	<i>Athene noctua</i>	Cheveche d' amena	<i>Taouik</i>
	<i>Upupa epops</i>	Huppe fasciee	<i>Houd-houd</i>
	<i>Ammomanes spp.</i>	Ammomanes	<i>Touidira, tabegnest</i>
	<i>Alaemon alaudipes</i>	Sirli du desert	<i>Ati-ati</i>
	<i>Ptyonoprognefuligula</i>	Hirondelle isabelline	<i>Mestegh</i>
	<i>Hirundo rustica</i>	Hh-ondelle rustique	<i>Mestegh</i>
	<i>Delichon urbica</i>	Hirondelle de fenetre	<i>Mestegh</i>
	<i>Sylvia spp.</i>	Fauvettes	<i>Sidden-izlen</i>
	<i>Oenanthe leucopyga</i>	Traquet a tete blanche	<i>Moula-moula</i>
	<i>Turdoides fuhnis</i>	Craterope fauve	<i>Tiou-tiou</i>
	<i>Lanius meridionalis</i>	Pie-grieche meridionale	<i>Srendi-boughellama</i>
	<i>Corvus ruficollis</i>	Corbeau brun	<i>Aghaledj, arralit</i>
	<i>Emberiza striolata</i>	Bruant striole	<i>Siboubou, egdedaren</i>
	<i>Bucanetes githaginea</i>	Hoselin githagine	<i>Tahrayt</i>
Reptiles	<i>Ptyodactylus hasselquistii</i>	Gecko	<i>Ptyodactyle emezerega</i>
	<i>Agama impalearis</i>	Agame de birbon	<i>Emeterter</i>
	<i>Agama mutabilis</i>	Agame du desert	<i>Amterter</i>
	<i>Agama agama</i>	Agame des colons	<i>Amterter</i>
	<i>Uromastix ssp</i>	Fouette queue	<i>Agezzaram</i>
	<i>Uromastix acanthinunts</i>	Fouette queue	<i>Agezzeran</i>
	<i>Uromastix geyri</i>	Fouette queue geyr	<i>Agezzeran</i>
	<i>Scincus scincus</i>	Poisson de sable	<i>Tahallemit</i>
	<i>Varanus griseus</i>	Varan du desert	<i>Aghata</i>
	<i>Cerastes cerastes</i>	Vipere a corne	<i>Tachelt</i>
	<i>Ptyodactylos hasselquisiti</i>	Gecko d'hasselquist	<i>Temeteqecht</i>
	<i>Stenodactylos stenodavtylus</i>	Stenodactylo elegant	-
Amphibiens	<i>Rana ridibunda</i>	Grenouille rieuse	<i>Ajerou</i>
	<i>Bufo mauritanus</i>	Crapaud de mauritanie	<i>M'gourgen</i>
	<i>Bufo veridis</i>	Crapaud vert	<i>Agriou</i>
	<i>Bufo regularis</i>	Crapaud pantherin	<i>Agriou</i>

(Leberre cité par Marouf, 1997 et Hamdine, 2001).

B. Arthropodes de la région de Tamanrasset

Classes	Ordres	Familles	Genres, espèces	
Arachnides	Acariens	-	<i>Hyalomma dromedarii</i>	
	Scorpionides	Buthidae	<i>Buthus occitanus</i>	
			<i>Androctomts australis</i>	
			<i>Androctonus bicolor</i>	
			<i>Androctonus amoreuxi</i>	
Insectes	Odonopteres	Libellulidae	<i>Libetula sp</i>	
	Mantopteres	Mantidea	<i>Eremiaphila sp</i>	
	Orthopteres	Gryllidea		<i>Acheta domestica</i>
			pamphagidae	<i>Pamphagus sp, tuarega insignis</i>
		pyrgomorphidae		<i>Pyrgomorpha cognata</i>
				<i>Pyrgomorpha conica</i>
		Acrididae		<i>Aiolopus thalassinus</i>
				<i>Acrotylus patruelis</i>
				<i>Poecilocerus hieroglyphus</i>
				<i>Heteracris sp</i>
				<i>Oedipoda sp</i>
				<i>Ochrilidia harterti</i>
				<i>Schistocerca gregaria</i>
				<i>Sphingonotus ntbescens</i>
			<i>Pseudosphingonotus savigny</i>	
		<i>Sphodromerus cruentatus</i>		
		Lygaeidae	-	
	Coleopteres	Scarabeidae		<i>Podoligus cuniculus</i>
		buprestidae		<i>Julodis aequinoctialis</i>
			Formicidae	<i>Crematogaster sp</i>
Dipteres	Culicidae		<i>Culex pipiens</i>	
			<i>Culex arbieeni</i>	
			<i>Anopheles multicolor</i>	
			<i>Anopheles hispaniola</i>	
			<i>Simulium ruficorne</i>	
			<i>Culiseta longiareolata</i>	
		<i>Procladius sp</i>		

(Benabadji et Larrouy, 1968 ; Kara et al., 2001 et Dupré, 2004).

Annexe 02 : Liste des familles et espèces des plantes spontanées recensées dans la région de l'Ahaggar [90].

Familles	Espèces végétales
<i>Asckpiadaceae</i>	<i>Calotropis procera</i>
	<i>Caralluma decaisneana</i>
	<i>Caralluma venenosa</i>
	<i>Glossonema boveanum</i>
	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>
	<i>Pergularia tomentosa</i>
	<i>Priploca laevigata</i>
	<i>Solenostemma argel</i>
<i>Aizoaceae</i>	<i>Aizoon canariensis</i>
	<i>Giesekia pharnacioides</i>
	<i>Mollugo cerviana</i>
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Aerva javanica</i>
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Pancrathun trianthemwn</i>
<i>Anacariadaceae</i>	<i>Schinus molle</i>
<i>Apiaceae</i>	<i>Anethwn graveolens</i>
	<i>Deverra scoparia</i>
<i>Apocynaceae</i>	<i>Nerium oleander</i>
<i>Palmaceae</i>	<i>Phoenix dactylifera</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Artemma campestris</i>
	<i>Artemisia judaica</i>
	<i>Nauplius graveolens</i>
	<i>Atractylis aristata</i>
	<i>Calendida aegyptiaca</i>
	<i>Centaurea pungens</i>
	<i>Chamomilla pubescens</i>
	<i>Chrysanthemem macrocapwn</i>
	<i>Cotula cinerea</i>
	<i>Echinops psinosissimus</i>
	<i>Erigeron bovei</i>
	<i>Gnaphaliwn luteo-album</i>
	<i>Laumeaa nudicaulis</i>
	<i>Pentzia monodiana</i>
	<i>Picris albida</i>
	<i>Pulicaria crispa</i>
	<i>Pulicaria incisa</i>
	<i>Seriphidium herba alba</i>
	<i>Senecio hoggariensis</i>
<i>Stephanochilus omphalodes</i>	
<i>Balanitaceae</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>
<i>Boraginaceae</i>	<i>Arnebia decumbens</i>
	<i>Cordia rothii</i>

Familles	Espèces végétales
	<i>Echium pycnanthum</i>
	<i>Heliotropium ramossissimum</i>
	<i>Megastoma pusilum</i>
	<i>Trichodesma africanum</i>
Brassicaceae	<i>Anastatica hierochuntica</i>
	<i>Crambe kralickii</i>
	<i>Diplotaxis harra</i>
	<i>Eruca sativa</i>
	<i>Farsetia aegyptiaca</i>
	<i>Farsetia ramossissima</i>
	<i>Matthiola livida</i>
	<i>Matthiola maroccana</i>
	<i>Morettia canescens</i>
	<i>Moricandia arvensis</i>
	<i>Schouwia thebaica</i>
	<i>Zilla spinosa</i>
Caesalpiniaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Capparidaceae	<i>Capparis spinosa</i>
	<i>Cleome amblyocarpa</i>
	<i>Maerua crassifolia</i>
Caryophyllaceae	<i>Dianthus crinitus</i>
	<i>Paronychia arabica</i>
	<i>Polycarpeae repens</i>
	<i>Sclerocephalus arabicus</i>
	<i>Silene hoggariensis</i>
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>
Celastraceae	<i>Mytenus senegalensis</i>
Cesalpiniaceae	<i>Cassia aschrek</i>
	<i>Cassia italica</i>
	<i>Cassia lanceolata</i>
	<i>Delonix regia</i>
Chenopodiaceae	<i>Anabasis articulata</i>
	<i>Atriples halimus</i>
	<i>Bassia muricata</i>
	<i>Chenopodium murale</i>
	<i>Chenopodium vulvaria</i>
	<i>Cornulaca monacantha</i>
	<i>Nucularia perini</i>
	<i>Salsola baryosoma</i>
Citaceae	<i>Helianthemum ellipiticum</i>
	<i>Helianthemum lipii</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus fatmensis</i>
	<i>Convolvulus glomeratus</i>

Familles	Espèces végétales
	<i>Cuscuta epithymum</i>
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Citrullus colocynthis</i>
	<i>Cucumis pustulatus</i>
<i>Cupressaceae</i>	<i>Cupressus dupreziana</i>
<i>Cynomoriaceae</i>	<i>Cynomorium coccinum</i>
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus laevigatus</i>
	<i>Scirus holoschoenus</i>
<i>Ephedraceae</i>	<i>Ephedera altissima</i>
	<i>Ephedera major</i>
<i>Equisetacea</i>	<i>Aquisetum ramossissimum</i>
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Chrozophora brocchiana</i>
	<i>Euphorbia balsamifera</i>
	<i>Euohrbia calyptrata</i>
	<i>Euphorbia granulata</i>
	<i>Ricinus communis</i>
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia albide</i>
	<i>Acacia Arabice</i>
	<i>Acacia Ehrenbergiana</i>
	<i>Acacia Laeta</i>
	<i>Acacia Raddiana</i>
	<i>Acacia Seyal</i>
	<i>Argyrolobium abyssinicum</i>
	<i>Astragalus gombiformis</i>
	<i>Astragalus Senaicus</i>
	<i>Astragalus vogelli</i>
	<i>Crotolaria saharae</i>
	<i>Hippocrepis constricta</i>
	<i>Indigofera articulata</i>
	<i>Lotus arabicus</i>
	<i>Lotus jolyi</i>
	<i>Lotus roudairei</i>
	<i>Medicago laciniata</i>
	<i>Prosopis juliflora</i>
	<i>Phynchosia memnonia</i>
<i>Tephrosia purpurea</i>	
<i>Trigonelle anguina</i>	
<i>Gentianaceae</i>	<i>Centaurium spicatum</i>
<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium glocauphyllum</i>
	<i>Mansonia heliotropioides</i>
	<i>Mansonia Nivea</i>
<i>Globulariaceae</i>	<i>Globularia alypum</i>
<i>Joncaceae</i>	<i>Jucus maritimus</i>
<i>Lamiaceae</i>	<i>Ballota hirsuta</i>

Familles	Espèces végétales
	<i>Lavandula coronopifolia</i>
	<i>Lavandula pubescens</i>
	<i>Marrubium desertii</i>
	<i>Mentha logifolia</i>
	<i>Salvia aegyptiaca</i>
	<i>Salvia chudaei</i>
	<i>Teucrium polium</i>
Liliaceae	<i>Androcymbium wyssianum</i>
	<i>Asphodelus tenuifolius</i>
	<i>Dipcadi serotinum</i>
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>
Menispermaceae	<i>Cocculus pendulus</i>
Moraceae	<i>Ficus carica</i>
	<i>Ficus ingens</i>
	<i>Ficus salicifolia var eucalyptoides</i>
	<i>Ficus salicifolia var teloukat</i>
	<i>Ficus sycomorus</i>
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>
Myrtales	<i>Eucalyptus bosistoana</i>
	<i>Myrtus nivellei</i>
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia repens</i>
	<i>Boerhavia viscosa</i>
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>
	<i>Commicarpus stellatus</i>
Oleaceae	<i>Olea laperrinei</i>
Orobanchaceae	<i>Cistanche phelypaea</i>
	<i>Orobanche cernua</i>
Papaveraceae	<i>Glaucium corniculatum</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i>
Plombaginaceae	<i>Limonium sinuatum</i>
Poaceae	<i>Chloris barbata</i>
	<i>Cymbopogon scoenanthus</i>
	<i>Desmostachya bipinnata</i>
	<i>Dichantium annulatum</i>
	<i>Imperata cylindrica</i>
	<i>Panicum turgidum</i>
	<i>Phragmites australis</i>
	<i>Saccharum ravennae</i>
	<i>Stipagrostis plumosa</i>
	<i>Stipagrostis pungens</i>
Polygonaceae	<i>Calligonum azel</i>
	<i>Calligonum comosum</i>

Familles	Espèces végétales
	<i>Rumex vesicarius</i>
Polypodiaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>
	<i>Chelidonium pteridoides</i>
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>
Ranunculaceae	<i>Clematis flammula</i>
Resedaceae	<i>Caylusea hexagyna</i>
	<i>Reseda arabica</i>
	<i>Reseda villosa</i>
Rhamnaceae	<i>Ziziphus lotus</i>
	<i>Ziziphus mauritanicus</i>
Rosaceae	<i>Rosa procumbens</i>
Salicaceae	<i>Populus nigra</i>
Salvadoraceae	<i>Salvadora persica</i>
Santalaceae	<i>Osyris alba</i>
Sapotaceae	<i>Argania spinosa</i>
Schrophulariaceae	<i>Cesia longirostris</i>
	<i>Linaria sagittata</i>
	<i>Kickxia aegyptiaca</i>
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
Solanaceae	<i>Hyoscyamus muticus</i>
	<i>Solanum nigrum</i>
	<i>Withania somnifera</i>
Tamaricaceae	<i>Tamarix articulata</i>
	<i>Tamarix gallica</i>
Terebinthaceae	<i>Pistacia atlantica</i>
	<i>Rhus tripartita</i>
Tiliaceae	<i>Grewia populifolia</i>
	<i>Melhania denhartiana</i>
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>
	<i>Typha elephantina</i>
Urticaceae	<i>Forskohlea tenacissima</i>
Zygophyllaceae	<i>Fagonia arabica</i>
	<i>Fagonia bruguieri</i>
	<i>Fagonia flamandi</i>
	<i>Fagonia glutinosa</i>
	<i>Fagonia kahirina</i>
	<i>Fagonia olivieri</i>
	<i>Peganum harmala</i>
	<i>Seetzenia lanata</i>
	<i>Tribulus terrester</i>
	<i>Zygophyllum album</i>
<i>Zygophyllum simplex</i>	
67 familles	205 espèces

Annexe 04 : Photographies des 15 espèces végétales trouvées dans les fèces du criquet pèlerin.



Chrozophora brocchiana



Cymbopogon schoenanthus



Schouwia thebaica



Cleome brachycarpa



Aerva javanica



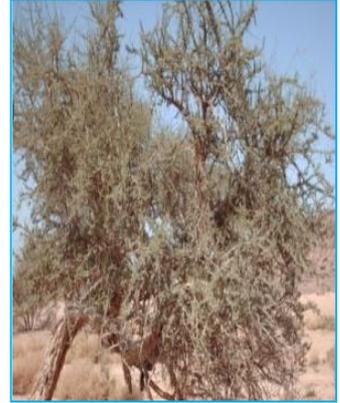
Leptadenia pyrotechnica



Pergularia daemia



Tribulus mollis



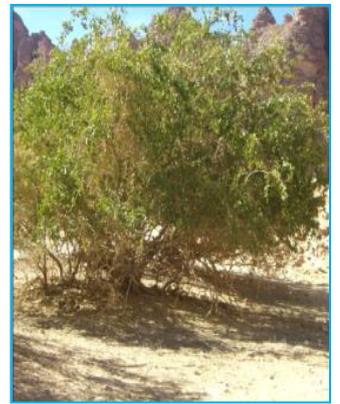
Maerua crassifolia



Acacia tortilis



Stipagrostis obtusa



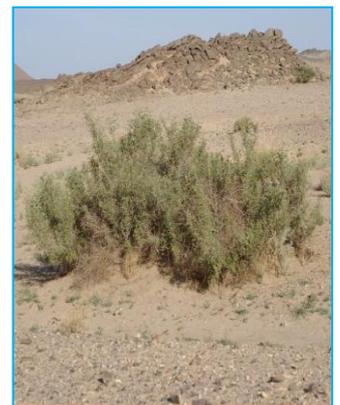
Salvadora persica



Panicum turgidum



Stipagrostis pungens



Ziziphus lotus

GLOSSAIRE

Aire grégarigène : Unité territoriale écologiquement plus ou moins contractée, au sein de laquelle une espèce grégariapte trouve des conditions éco-météorologiques complémentaires conduisant à des phénomènes de transformation phasaire (solitaire-grégaire) susceptibles d'engendrer des invasions.

Allochtone : Population ou individu ayant commencé son développement dans un autre biotope que celui où on l'observe.

Autochtone : Population ou individu ayant effectué son développement dans le biotope où on l'observe.

Bande (larvaire): Population plus ou moins dense et cohérente de larves *transiens* ou grégaires.

Biotope : Unité territoriale écologiquement homogène élémentaire où évolue une population d'un taxon, par exemple *schistocerca gregaria*.

Chorologie : Etude de la distribution géographique des taxons (ou autres objets d'étude).

Degregans ou dissocians : Chez les espèces grégariaptes, individus ou populations non solitaires subissant des influences dégrégarisantes (dispersion).

Edaphique : Qui se rapporte aux caractéristiques des sols.

Essaim : Population d'imagos *transiens* ou grégaire constituant un ensemble d'autant plus cohérent que la grégarité est forte. La taille d'une telle formation varie de quelques ha à plusieurs km².

Foyer de grégarisation : Unité territoriale au sein de laquelle des conditions écologiques susceptibles d'induire des phénomènes de transformation phasaire (solitaire- grégaire) apparaissent avec une fréquence plus ou moins élevée.

Guelta : Bassin naturel permanent creusé au pied d'un escarpement rocheux et alimenté par une source ou une nappe phréatique.

Oued : Lit de cours d'eau à sec marqué soit simplement par la végétation.

Tassili : Plateau à surface accidentée.



REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES

1. MAHDJOUBI, J. 2010 "Autoécologie du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans le sud Algérien", Thèse. Mag. Agro. Univ Blida.
2. ABDERRAHMANE M., 2007 - Effet de l'activité biologique d'un champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* var : *acridum* (metch) (deuteromycetes-moniliaceae) sur les stades larvaires L4 et L5 et les adultes de *Schistocerca gregaria* (forskål, 1775) (Orthoptera acrididae). Thèse. ing. Agro. Univ. Blida, 67p.
3. ABDESSALAM C., 2005 – *Le parc national de l'Ahaggar*. Ed. Act. Litter. Nomade, Paris, n°7, pp : 1-13.
4. ANONYME, 2003 – *Répartition acridien*. Article de FAO. www.fao.org.
5. ANONYME, 2010a - *Bulletin phytosanitaire D'Août 1007*. Ed. n°17, I.N.P.V, El-Harrach, 14p.
6. ANONYME, 2010b - *Bulletin phytosanitaire de Septembre-décembre 2010*, Ed. n°18, I.N.P.V, El-Harrach 19p.
7. ANONYME, 2008 – *Cartes d'Algérie*. Article de centre national des cartes. www.cnc.dz
8. ANONYME., 1994 – *La wilaya de Tamanrasset par les chiffres*. Ed. Direction des planifications et de l'aménagement des territoires, Tamanrasset, T.I., 28p.
9. ANONYME., 2007 – *Données climatiques de la wilaya de Tamanrasset*. Ed. Centre de météorologie, Tamanrasset, 20p.
10. BA-ANGOOD S.A.S., 1977 - *Observations on Food Preference and Feeding Habits of Three Important Species of Acrididae in Sudan*. - *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, n°83 pp: 344-350.
11. BARRY J.P. et CELLES J.C., 1977- *Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien (entre 0° et 6° de longitude est)*. *Naturalia monspeliensia*, sér. Bot. (23-24) pp: 5-48.
12. MAIRE, R., 1933 "Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central". - *Mém. Soc. Hist. nat. Afr. du Nord*, 3 : 1-433.
13. BECHELAH A.C., 2000 - *Fleurs du Sahara (voyage ethnobotanique avec les touaregs du tassili)*. Edition. Ibis. Press. Paris, 254p.

14. BELHADI M., 2005 - *Impact de quelques plantes sur paramètres biologiques et physiologiques du criquet pèlerin schistocerca gregaria (forskal, 1775) en conditions contrôlées* ; Thèse Mag, Inst, Ago, Elharrach ; 106 p.
15. BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 - *Saison sèche et indice xérothermique*. Bull. soc. hist.nat., Toulouse : 193 - 239.
16. BENZECRI., 1973 – *L'analyse des données*. Taxonomie. DUNOD. 616p.
17. LAUNOIS- LUONG,H., LAUNOIS,M., & RACHADI,T., 1995 - *Lutte chimique contre les criquet du Sahel*. -Coll. : Coll. Acrid. Opérat. Minist. Aff. Etrang. Pays Bas / CIRAD- PRIFAS, La Hague / Montpellier (Montpellier). - **3**, 43 p.
18. BLEL A., 2006 – *l'outil statistique en expérimentation*. Ed.1.04.4862. Off.Pub.Uni. Alger.163p.
19. DAJOZ R., 1971- *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434p.
20. BUTET A., 1985 - *Méthode d'étude de régime alimentaire du rongeur polyphage (Apodemus sylvaticus L. 1758) par analyse des fèces*. Mammalia, 494 (4) pp: 455-483.
21. CALVET C., 1980 - *Manuel de protection des végétaux*. Ed. Baillière, Coll. (enseignement agricole), paris, 447p.
22. CHAIB S., 2005 – *Tamanrasset une vaste terre aride, fascinant désert*. El Annabi, n°25, pp : 14-26.
23. CHOPARD L., 1938 - *Biologie des orthoptères*. Paul le chevalier, Paris, 541p.
24. CRESSMAN K. et DOBSON H.M., 2001- *Directives sur le Criquet pèlerin Annexes*. F.A.O, Rome 171p.
25. CRESSMAN K., 2001 - *Biologie et comportement du criquet pèlerin. Directives sur le criquet pèlerin*, F.A.O., Rome, 43p.
26. CRESSMAN, K., 2001 – *Prospection. Directives sur le criquet pèlerin*. F.A.O., Rome, 33p.
27. DAGET PH. et GODRON M., 1982 - *Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés*. -Coll. : Collection d'écologie n°18, Masson : Paris, 164 p.
28. DAGNELIE P., 1975 – *analyse statistique à plusieurs variables*. Ed .Imp .J. Duculot. Gembloux, 362p.
29. DAJOZ R., 1983 – *Précis d'écologie fondamentale et appliquée* .Ed. Gauthiers-Villars,Paris, 503p.
30. DAJOZ R., 1985 - *Précis d'écologie*. Ed .Bordas, Paris, 505p.

31. DELASSUS M.H. et PASQUIER R., 1929 - *la lutte contre les sauterelles en Algérie*. Pub.Gouv.Gen., Alger, 72p.
32. DIRSH V.M., 1953 - *Morphometrical studies on phases of the Desert Locust Schistocerca gregaria (Forskål,1775)*. Anti-Locust Bull., N°16 pp: 1-34.
33. DJEZZAR M., 2006 - *Effet d'un biopéticide « Green muscle » sur les différents stades de schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) et impact sur quelques composantes des écosystèmes aquatiques*. Thèse Mag. Inst.Nat.Sci. Agro.,EL-Harrach, 155p.
34. DOBSON H.M. ,2001 - *Lutte antiacridienne*. Ed. n°2. F.A.O., 82p.
35. DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1994 - *Criquet et sauterelles (Acridologie)*. Ed.Off.Pub.Univ., Alger, 99p.
36. DREUX P., 1980 – *précis d'écologie*.Ed.Press.Univ.France. Paris, 231p.
37. DUBIEF J., 1968. - *Essai sur la détermination des limites climatiques du Sahara et sur ses subdivisions climatiques*. Programme biologique international. Section CT. Hammamet Tunisie : p. 1-9.
38. DUPRE G., 2004 – *world bibliography of scorpions; from antiquity to today*. Arch.Bull, n°12, pp: 23-26.
39. DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990 - *Le Criquet pèlerin au Sahel*, Coll. Acrid. Opert. CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 343p.
40. DURANTON J.F., LAUNOIS M. et LAUNOIS -LUONG M.H., 1982 – *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Ed. CIRAD-PRIFAS, départ.G.E.R.A.T. Paris.T.II, 695p.
41. DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1987 - *De l'étude des criquets à l'écologie opérationnelle*. Rev.Sci., pp : 54-67.
42. DUVERYRIER H., 1864 – *les touaregs du nord*. Edition Originale parue. Challamel .Paris. 85p.
43. EHYA A.S., 1996 - *Des arbres et des arbustes spontanés de l'Adrar des iforas (Mali)*.CIRAD-Montpellier, Paris, 137p.
44. FESCEMYER H.W., 1993 - *Influence of phase polymorphism on the morphometric and physiological processes in preparation for insect migration*. J.Agr.Entomol.n° 10(4), pp: 219-237.
45. GARBA B.I., 2006 - *Effet de deux plantes Eucalyptus globulus et Schinus molle sur le comportement alimentaire de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans des conditions contrôlées*. Thèse Ing. Agro.Univ. Blida, 73p.

46. GERMEAUX M., 1997 – *reproduction et grégarisation du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) au Niger. Sécheresse, Antran, n°8, (1), pp : 65-68.*
47. GHAOUT S., 1990 - *Contribution à l'étude des ressources trophiques de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera: Acrididae) solitaire en Mauritanie occidentale et télédétection de ces biotopes par satellite.* - Thèse de doctorat es science, Paris XI (Orsay- France). 201p.
48. GILLET S.D., 1978 - *Environmental determinants of phase polymorphism of the desert locust, Schistocerca gregaria (Forsk.), reared crowded.* *Acrida*, n 7(4), pp: 267-288.
49. GILLON Y., 1989 - *Le risqué en agriculture. Le risque acridien.* Ed. ORSTOM., PARIS, pp : 143-152.
50. GRASS P.P., 1949 - *Traité de zoologie, anatomie, systématique, biologie.* Ed .Masson, T.IX, Paris, 1117p.
51. GREATHEAD P.J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H. et POPV G.B., 1994 - *Les ennemis naturels de criquet du sahel.* Coll.Acrid.Operat.8.Ed .CIRAD-GERDAT-PRIFAS, France, 147p.
52. GUENDOZ-BENRIMA A., 2005 - *Ecophysiologie et biogéographie du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans le Sud algérien.* Thèse Doct. , Inst.Nat.Agro.EL-Harrach, 210p.
53. GUINOCHET M., 1973 – *phytosociologie.* Coll.éco.ed.masson et cie, paris, 227p.
54. HAMDIN O., 2001 – *Conservation du guépard (acinonyx jubatus schreber, 1776) de la région de l'Ahaggar et du Tassili d'Adjer en Algérie .* programme U.I.C.N.pour l'Afrique du nord, Tamanrasset, 50p.
55. KAIDI N., 2004 – *Effet de la température et des milieux de culture sur Beauveria bassiana Bals (hyphomycètes, deuteromycotina). Activité biologique de cet entomopathogène vis-à-vis des imagos de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (acrididae, cyrtacanthacrinae) et de locusta migratoria (Linné, 1758) (Oedipodinae, acrididae).* Thèse, Ing.Scie.Agro.Inst.Nat.Agro.El-Harrach, 115p.
56. KARA F.Z., 1997 – *Etude de quelques aspects écologiques et régime alimentaire de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (acrididae, cyrtacanthacrinae) dans la région d'Adrar et en conditions controlées.* Thèse, Mag.Scie.Agro.Inst.Nat.Agro.El-Harrach, 182p.

57. KARA F.Z., DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI S., KADI A., AYOUB A., ZERGOUN Y., SAHRAOUI L., 2001 – *La faune orthoptérologique de quelques oasis algériennes (Béchar, Adrar, Tamanrasset, Djanet et Ghardaia)* .Ed .Inst. Nat. Protec. Vég. El-Harrach, 394p.
58. KEMASSI A., 2004 – *Contribution à l'étude bioécologie de et de locusta migratoria périmètres irrigues sous pivot dans la région de Ouargla*. Thèse.Ing Agro.Univ Blida, 98p.
59. KHERBOUCHE Y., 2007 - *Etude de quelque aspect écologique de la sauterelle pèlerine Schistocerca gregaria (forskâl, 1775) (acrididae, cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar (Sahara, Algérie)*. Thèse Mag. Agro. Inst. Nat. El-Harrach, 155p.
60. KRISKA M.A., 2001 – *Contribution à l'inventaire chorologique des biogécénoses de l'Aïr et du tamesna nigérien*. Collection, Mémoires et Travaux de L'école Pratique des Hautes Etudes. Montpellier. France. 132p.
61. LACOSTE,A. et 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*, pp: 353-367.
62. LATCHININSKY A.V. et LAUNOIS-LUONG M.H., 1997 - *Le Criquet pèlerin (Schistocerca gregaria Forskâl, 1775) dans la partie nord orientale de son aire d'invasion*. Coll. Acridiens (n°29), CIRAD-Amis-pc-Prifas. Montpellier. France, 192 p.
63. LAUNOIS-LUONG M.H et LECOQ M., 1989 – *Vade-mecum des criquets du sahel*. CIRAD-PRIFAS, Pays Bas, 5, 125p.
64. LAUNOIS-LUONG M.H et LECOQ M., 1993 – *manuel explicatif du code ONM de transmission des informations sur les criquets ravageurs*. Ed.Org. Mete.Mond., Org.Isi.Etu.Sci.Col.,Geneve, 30p.
65. LAUNOIS-LUONG M.H et POPOV G.B., 1992 - *Schistocerca gregaria (Forskâl, 1775) (acrididae, cyrtacanthacrinae)*.Ed.CIRAD-PRIFAS, Paris, 4p.
66. LAUNOIS-LUONG M.H., LAUNOIS M. et RACHADI T., 1988 – *la lutte chimique contre les criquets du sahel*.Minist.Aff.Etrang.Pays Bas et CIRAD-PRIFAS, Coll.Acrid.Operat., N°3, 62p.
67. LAUNOIS-LUONG M.H., 1975 – *l'alimentation du criquet migrateur (locusta migratoria) copito (sauss) en phase solitaire à Madagascar-régime et effets*. Thèse Doct.Es-Sc.Univ.Paris-Sud, Orsay, 202p.

68. LECOQ M., 1978 – *Biologie et dynamique d'un peuplement acridien soudanien en Afrique d'ouest*. Ann.Soc.Entom.France, n°14, (4), pp : 603-681.
69. LEGALL P., 1989 – *le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les acridiodae (orthoptera)*. Bull.Ecol.n°20, (3), pp : 245-261.
70. MAGOR J.I., 1993 – *le croquet pèlerin : dynamique des populations. Lutte contre le criquet pèlerin par les techniques existantes, (évaluation des stratégies)*. compte rendu du séminaire de Wageningen pays bas 6-11 décembre 1993, pp : 11-17.
71. MAHDJOUB N., 1988 – *le problème du criquet pèlerin et les perspectives de sa solution*. Bureau Régional F.A.O/Accru, Ghana. Nature et Faune, N°4, pp : 16-20.
72. LEMÉE, G., 1967 - *Précis de biogéographie*. -Masson & Cie : Paris, 358 p.
73. MESTRE J., 1988 – *les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'ouest*. Ed.CIRAD-PRIFAS, Paris, 330p.
74. MORALES A.E., 1952 – *le problème antiacridien en Amérique centrale et au Mexique*. Bulletin Phytosanitaire de le F.A.O (Roma), N°1 et 2, pp : 19-20.
75. MOUMEN A., 1995 – *Choix et normes d'utilisation des insecticides en lutte antiacridienne*. Stage de formation en lutte antiacridienne (Alger 17-27sep).Ed. INPV-OADA, pp : 149-154.
76. MOUMEN K., 2002 – *La transformation phasaire chez le criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). mécanisme et identification des caractéristiques écophysiologicals de la substance femelle se grégarisation*. Thèse Doct.Biologie, Faculté des sciences de Tunis, 109p.
77. MULLER Y., 1985 – *L'avifaune forestière nicheuse des vosges du nord, sa place dans le contexte medio-européen*. Thèse.Doctorat.Sci.Univ.Dijon, 319p.
78. MUTIN L., 1977 – *La Mitidja, décolonisation et espaces géographiques*. Ed. Office Publ.Univ.Alger, 607p.
79. OULD EL HADJ M.D., 2004 – *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse doctorat Scie.Agro.Inst. Nati.Agro.El-Harrach, 276p.
80. OZENDA P., 1983 – *Flore du Sahara*. Ed.Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 622p.
81. LEBRUN, J.-P. & STORK A.L., 1991 - *Enumération des plantes vasculaires d'Afrique tropicale. Vol. I : Généralités et Annonaceae à Pandanaceae*. -Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève : Genève, 249 p.

82. POPOV G.B., DURANTON J.F. et GIGAULT J., 1991 – *Etude écologique des biotopes du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) en Afrique du Nord Occidentale*. Coo.Dev .ONU, CCE,Cent. Coo.Inter rech. Agro. Dev. 343p.
83. QUEZEL P., 1965 - *La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie*. Gustave FISHER Verlag, Stuttgart (Allemagne), 333 p.
84. QUÉZEL P. et SANTA S., 1962 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. 2 vol. -Centre National de la recherche scientifique : Paris. I et II, (565). 1170p.
85. RACHADI T., 1990 – *processus et limites des insecticides chimiques en lutte antiacridienne*. Phytoma, N°421, pp : 53-59.
86. RAMADE F., 1984 – *Eléments d'écologie-écologie fondamentale*. Ed.Mc Graw-Hill, Paris, 397p.
87. ROONWAL M.L., 1953 - *Food preference experiments on the desert locust Schistocerca gregaria (Forsk.) (Insecta, Orthoptera, Acrididae) in its permanent breeding grounds in Mekran (Southern Baluchistan)*. J. Zool. (India), n°5 pp: 44-58.
88. ROWELL C.H.F. and CANNIS T.L., 1971 – *Environmental factors affecting the green/brown polymorphism in the cyracanthacridine grasshopper schistocerca vaga (scudder)*. Acrida, N°1, pp: 69-77.
89. RUNGS C.H., 1954 - *Une nouvelle représentation graphique de la grégiosité des populations du criquet pèlerin, Schistocerca gregaria Forsk. (communication verbale)*. Comptes Rendus des Séances mensuelles de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, 6 pp: 130-132.
90. SAHKI A. et SAHKI, R., 2004 – *Le Hoggar, promenade botanique*. Ed.Espe, Chamonix (Mont Blanc), 312p.
91. SITUOH M. et JOERN A., 1967 – *Relations entre les crues et Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) en phase solitaire dans le Sahara central de 1967 à 1972*. Ann.Inst.Nat.Agro.El-Harrach, Vol.,VI, n°4, pp : 43-83.
92. SNEDECOR G.W., et COCHTAN W.G., 1971 – *méthodes statistiques*. Ed .Asso. Coop. Tech. Agri. Paris, 649p.
93. STEWART P., 1969 – *Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique*. Quelques Réflexions. Bull. Soc. Hist. Natu. Afri. Nord,n°59, pp : 23-36.
94. DOUMANDJI-MITICHE,B., DOUMANDJI,S., KARA,F., OUCHEN,D., & MEHENNI,M., 1996 - *Comparaison du régime alimentaire de a sauterelle*

pèlerine *Schistocerca gregaria* à Adrar et Tamanrasset (Sahara, Algérie). - *Med. Fac. Landbouwn* (Gent, Belgique), 61 (3a) : 745-751.

95. UVAROV B.P., 1977 - *Grasshoppers and locusts. A handbook of general acridology.* Ed.Center of overseas pest research center, London.Vol.2, 613 p.
96. WACHER T., DESMET K., BELBECHIR F., BELBECHIR-BAZI A., FELLOUS A., BELGHOUL M. et MARKER L., 2005 - *Inventaire de la faune sahélo-saharienne, Massif central de l'Ahaggar.* Ed. Office.Parc.Nati. Ahaggar, Tamanrasset, 40p.
97. ZOLOTAREVSKY B., 1938 – *Recherche sur les foyers grégarigaires du criquet migrateur africain (Locusta migratoria migratorioides rech. Et form ,orthoptera).* Bull.Soc.Hist.Natu Afr.Nord. XXIX(20), pp : 123-240.
98. BAMAHAMMED A., 2011 - *Caractérisation des espèces proies de l'hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Tamanrasset.* Thèse. ing. Agro.Univ.Ouargla, 95p.

UNIVERSITE DE BLIDA1
Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département des biotechnologies

MEMOIRE DE MAGISTER

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des plantes et environnement

DESCRIPTION DES BIOTOPES DU CRIQUET PELERIN DANS LA ZONE
MERIDIONALE DU SAHARA ALGERIEN

Par :

Brahim BENKHAYA

Devant le jury composé de :

Mme. ALLAL L.	Professeur	UB1	Présidente
Mme. GUENDOUZ BENRIMA A.	Professeur	UB1	Promotrice
Mme. KARA TOUMI F.	M.C.A	UB1	Examinatrice
Mr. BOUNACEUR F.	M.C.A	UT	Examineur

Blida, Mars 2015

Comment citer ce document :

BENKHAYA Brahim, 2015 - *Description des biotopes du criquet pèlerin dans la zone méridionale du Sahara algérien*. Thèse de Magister en Agronomie, Université de Blida 1. Algérie ,113p + annexes.