

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTÉ DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE
LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

*En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en
Sciences Agronomiques*

Spécialité: Protection des Végétaux

Option : Entomologie

**Contribution à l'étude de la bio-écologie du Criquet
pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)
(*Orthoptera- Acrididae*) dans la région d'Adrar**

Présenté par : REGGANI Moulay El Abbas

Devant le jury :

M ^r EDOUD Amar	MAA	Univ. Ouargla	Président
M ^r OULD HADJ Mohamed Didi	Professeur	Univ. Ouargla	Promoteur
M ^r KEMASSI Abdellah	MAB	CU Ghardaïa	Co-promoteur
M ^{elle} BRAHMI Karima	MAA	Univ. Ouargla	Examinatrice
M ^{me} SEKOUR Yasmina	MAB	Univ. Ouargla	Examinatrice

Année universitaire 2009/2010

Remerciement

Louange à Dieu tout puissant, de m'avoir aidé à réaliser ce modeste travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur Mr Ould El Hadi Mohamed Didi professeur au département de biologie à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'université Kasdi Merbah-Ouargla, pour son aide, ses conseils et ses orientations tout le long de ce travail,

Ma profonde gratitude à mon co-promoteur Mr Kemassi Abdellah maître assistant B au département des sciences agronomiques au centre universitaire de Ghardaïa, pour son aide, ses conseils et ses orientations tout au long de ce travail,

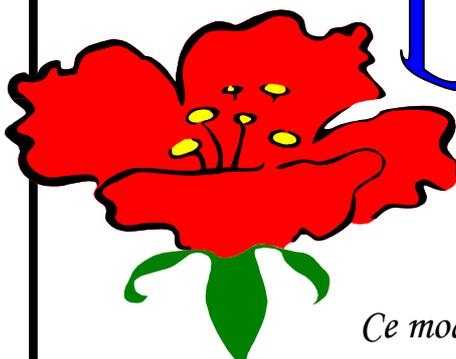
Mes remerciement vont également à Mr EDOUD Amar Maître assistant A au département des sciences agronomiques à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'université Kasdi Merbah-Ouargla, pour avoir accepté de présider mon jury,

Je remercie Melle BRAHMI Karima et Mme SEKOUR Yasmina, Maitres assistants B pour avoir accepté d'examiner ce travail, au département des sciences agronomiques à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'université Kasdi Merbah-Ouargla, pour avoir accepté de juger ce travail ;

Je tiens à remercier profondément tous les enseignants du Département des sciences agronomiques à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'université Kasdi Merbah-Ouargla, qui m'ont permis de faire aboutir ce travail ;

Mes remerciements à tous mes amis de l'institut national d'agronomie (INA) d'El Harrach-Alger

Enfin, je remercie vivement toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail dans les meilleures conditions.



Dédicaces

Ce modeste travail est dédié à :

- *Ma mère Lalla zahra et mon père Moulay El Abdallah et ma grand-mère lalla Moulati pour leur soutiennent durant toutes mes années d'études,*
- *Mes chers frères : Mohamed, Abdel Ali et Abdel Malek,*
- *Mes cherres sœurs : Fatima, Hdjar,*
- *Ma fiancé,*
- *Toute ma famille,*
- *Tous mes amis,*
- *A tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près durant les moments difficiles.*

Moulay El Abbase

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I - Présentation de la région d'étude	
1.-Situation géographique	03
2.- Facteurs édaphiques	03
2.1.-Reliefs	03
2.1.1.- Plateaux	07
2.1.2.- Terrasses d'érosion	07
2.1.3.- Terrasses d'apports	07
2.1.4.- Sebkhas	07
2.1.5.- Ergs	07
2.2.- Pédologie et hydrologie de la région	07
3. - Climatologie de la région	12
3.1. –Température	12
3.2. – Pluviométrie	12
3.3. - Humidité relative	14
3.4- Vent	14
4. - Synthèse climatique	15
4.1.- Diagramme ombrothermique de Gaussen	15
4.2.- Climagramme d'Emberger et étage bioclimatique	15
5.- Données bibliographiques sur la faune et la flore d'Adrar	18
5.1.-Faune	18
5.2.- Flore	19
Chapitre II- Aperçu bibliographique sur le Criquet pèlerin <i>Schistocerca gregaria</i> (FORSKÅL, 1775)	
1.-Position systématique	21
2.-Morphologie	22
2.1. – Œufs	22
2.2. – Larves	22
2.3. – Imagos	22
2.3.1. -Imago grégaire	22
2.3.2. -Imago solitaire	24
3.-Cycle biologique	24
3.1. –Accouplement	24
3.2. -Ponte	26

3.3. -Nombre de générations chez <i>Schistocerca gregaria</i>	26
4.-Comportement du criquet pèlerin	27
4.1. -Grégarisation et polymorphisme phasaire	27
4.2. -Aires grégarigènes et foyers de grégarisation	27
4.3.-Mécanismes de la transformation phasaire dans la nature	27
4.3.1. –Multiplication	27
4.3.2. – Concentration	29
4.3.3. – Grégarisation	29
5.-Facteurs de mortalité chez les acridiens	29
5.1. -Facteurs abiotiques	29
5.1. 1. – Température	29
5.1.2. –Lumière	30
5.1.3. –Eau	30
5.1. 4. –Sol	30
5.1. 5. –Vent	30
5.1. 6. –Végétation	31
5.2. -Facteurs biotiques	31
5.2.1. -Ennemis naturels	31
5.2. 1. –Prédateurs	31
5.2.1. 1. - Prédateurs des oothèques	31
5.2.1. 2.- Prédateurs des larves et des ailés	31
5.2. 2.- Parasites	32
5.2.2. 1.- Parasites des oothèques	32
5.2.2. 2. -Parasites des larves et des adultes	32
5.2.3.- Maladie	32
5.3.- Comportement alimentaire	33
6.- Dégâts et importance économique	34
6.1.- Dégâts infligés par les acridiens	34
6.2.- Importance économique	34
7.- Bilan de lutte antiacridienne	34
7.1.- Lutte préventive	35
7.2.- Lutte mécanique	35
7.3.- Lutte écologique	36
7.4.- Lutte chimique	36
7.5.- Lutte biologique	37

7.5.1.- Actions des ennemis naturels	37
7.5.2.- Plante acridifuges ou acridicides	38
Chapitre III - Matériels et méthodes	
1. - Matériels et méthodes utilisés sur le terrain	41
1.1. - Choix des stations d'étude	41
1.1.1.- Station Moulay Nadjem	41
1.1.2.- Palmeraie d'Aoulef	42
1.2.- Echantillonnage des acridiens	42
1.2.1. - Captures au filet fauchoir	45
1.2.2. - Évaluation des densités de larves et des imagos	45
1.2.3 - Conservation des criquets	47
1.2.4 - Récolte et conservation des plantes	47
2- Matériels et méthodes adoptés au laboratoire	47
2.1.- Etude morphométrique de <i>Schistocerca gregaria</i>	47
2.2.- Méthode d'étude du régime alimentaire de <i>Schistocerca gregaria</i>	48
2.2.1- Préparation des échantillons des plantes et des fèces	48
2.2.2- Analyse des fèces de <i>Schistocerca gregaria</i>	51
3- Méthodes d'exploitation des résultats	51
3.1 - Etude de la densité des larves et des adultes	51
3.2 - Etude du type de répartition par l'analyse de la variance δ^2	51
3.3- Richesse totale	53
3.4.- Richesse moyenne	53
3.5.- Fréquence centésimale annuelle et mensuelle	54
3.6- Etude qualitative de régime alimentaire et fréquence d'occurrence	54
Chapitre IV : Résultats et discussions	
1- Distribution spatio-temporelle de <i>Schistocerca gregaria</i>	56
1.1- Distribution spatio-temporelle de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la première station (station de Moulay El Nedjem)	56
1.1.1. - Distribution spatio-temporelle de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la parcelle de la tomate	56
1.1.1.1.- Résultats	56
1.1.1.2.-Discussion	56
1.1.2. - Distribution spatio-temporelle de <i>Schistocerca gregaria</i> dans le pivot de blé	59
1.1.2.1.- Résultats	59
1.1.2.2.-Discussion	59

1.2.- Distribution spatio-temporelle de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la palmeraie	62
1.2.1. - Résultats	62
1.2.2.-Discussion	62
2. - Etude de type de répartition de <i>Schistocerca gregaria</i> dans les deux stations	65
2.1. - Résultats	65
2.2.-Discussion	65
3. - Etude de statut phasaire de <i>Schistocerca gregaria</i>	67
3.1- Etude de statut phasaire de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la palmeraie	67
3.1.1.- Résultats	67
3.2.-Etude de statut phasaire de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la station de Moulay El Nedjem	67
3.2.1- Pivot	67
3.2.1. 1 - Résultats	67
3.2.2 - Parcelle du Tomate	67
3.2.2. 1 - Résultats	67
3.2.3.-Discussion	67
4. - Etude du régime alimentaire de <i>Schistocerca gregaria</i>	72
4.1- Etude du régime alimentaire de <i>Schistocerca gregaria</i> dans les deux stations	76
4.1.1-Résultats	76
4.1.2.-Discussion	76
5.- Inventaire des espèces acridiennes	81
5.1.1.- Résultats	81
5.1.2.-Discussion	83
5.2- Etude de Richesse totale et moyenne des Criquets	83
5.2.1.- Résultats	83
5.2.2.-Discussion	84
5.3- Fréquence centésimales mensuelles	84
5.3.1.- Résultats	84
5.3.2.-Discussion	84
Conclusion	86
Références bibliographiques	88
Annexes	

Liste de tableaux

N°	Titre	Page
01	Données climatiques de la région d'Adrar (2000-2009)	13
02	Liste de la faune orthoptérologique de la région d'Adrar (DOUMANDJI-MITICHE et <i>al.</i> 1999)	18
03	Liste des plantes recensées dans la région d'Adrar (Sahara central)	20
04	Liste des plantes et leurs effets sur <i>Schistocerca gregaria</i> (ABBASSI et <i>al.</i> , 2003 cité par KEMASSI, 2008)	40
05	Densités des larves et des imagos de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775) dans la parcelle de tomate durant les différentes périodes d'échantillonnage	57
06	Densités des larves et des imagos de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775) durant les différentes périodes d'échantillonnage sous pivot de blé	60
07	Densités (1000m ²) des larves et des imagos de <i>Schistocerca gregaria</i> (FORSKÅL, 1775) durant les différentes périodes d'échantillonnage dans la palmeraie	63
08	Type de répartition de <i>Schistocerca gregaria</i> dans les trois parcelles d'étude	66
09	Indices morphométriques (mm) des mâles et des femelles de <i>S. gregaria</i> échantillonnés dans la palmeraie durant la période Novembre 2009 à Mai 2010	68
10	Indice morphométrique (mm) des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> récoltés dans la station de Moulay El Nedjem dans le pivot de blé durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010	69
11	Indice morphométrique (mm) des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> récoltés dans la station de Moulay El Nedjem dans la parcelle du Tomate durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010	71
12	Indices morphométrique des individus dans les deux stations étudiées	72
13	Taux de recouvrement et la fréquence d'occurrence des espèces végétale recensées dans les fèces des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> dans les trois parcelles durant les différentes périodes d'échantillonnage	77
14	Liste des espèces acridiennes recensées dans les deux stations d'étude	82
15	Richesse totale et moyenne des espèces recensées dans la région d'Adrar	84
16	Fréquences centésimales mensuelles en % des espèces acridiennes dans la région d'Adrar durant la période d'étude	85

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Situation géographique de la région d'Adrar (Encarta, 2009)	04
02	Situation géographique des deux stations d'étude (Encarta, 2009)	05
03	Reliefs de la région d'Adrar (C.E.T., 1993)	06
04	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude 2009	16
05	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude (2000-2009)	16
06	Climagramme d'Emberger et étage bioclimatique de la région d'étude (2000-2009)	17
07	Etapes du développement de <i>Schistocerca gregaria</i>	25
08	Aire de distribution du <i>S. gregaria</i> (LECOQ, 2004)	28
09	Evaluation des densités de larves (LECOQ et MESTRE, 1988) Schémas des mesures morphométriques (DIRSH, 1953 cité par	46
10	DURANTON et LECOQ, 1990) cité par DURANTON et LECOQ, 1990)	49
11	Abaque morphométrique de <i>Schistocerca gregaria</i> (DURANTON et LECOQ 1990)	50
12	Traitement et analyse des épidermes de référence et des fèces	52
13	Evolution des densités larvaires et imaginaires de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les différents périodes dans la parcelle de tomate	58
14	Evolution des densités des larves et des imagos de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les différents périodes d'échantillonnage dans le pivot de blé	61
15	Evolution des densités des larves et imagos de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les différents périodes dans la palmeraie	64
16	Abaque morphométrique des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> capturées durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010 dans la palmeraie.	73
17	Abaque morphométrique des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> capturées en mois (Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril, Mai) 2010 dans la station de Moulay El Nedjem dans le pivot de blé	74
18	Abaque morphométrique des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> échantillonnée durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010 dans la station de Moulay El Nedjem à la parcelle de tomate	75

19	Fréquence d'occurrence des espèces végétale recensées dans les fèces des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les périodes d'échantillonnage dans la parcelle de tomate	78
20	Fréquence d'occurrence des familles botanique recensées dans les fèces des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les périodes d'échantillonnage dans la parcelle de tomate	78
21	Fréquence d'occurrence des espèces végétale recensées dans les fèces des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les périodes d'échantillonnage dans le pivot de blé	79
22	Fréquence d'occurrence des familles botanique recensées dans les fèces des imagos de <i>Schistocerca .gregaria</i> durant les périodes d'échantillonnage dans le pivot de blé	79
23	Fréquence d'occurrence des espèces végétale recensées dans les fèces des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les périodes d'échantillonnage dans la palmeraie	80
24	Fréquence d'occurrence des familles botanique recensées dans les fèces des individus de <i>Schistocerca gregaria</i> durant les périodes d'échantillonnage dans la palmeraie	80

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Système d'irrigation traditionnelle «la foggara» dans la région d'Adrar (Original)	09
02	Puits traditionnelles dans la région d'Adrar (Original)	10
03	Système d'irrigation sous pivot dans la région d'Adrar (Original)	10
04	Imago femelle de <i>Schistocerca gregaria</i> (LECOQ, 1991)	23
05	Larve solitaire de 5 ^{ème} stade larvaire (DURANTON et LECOQ, 1990)	23
06	Larve grégaire de 5 ^{ème} stade larvaire (DURANTON et LECOQ, 1990)	23
07	Parcelle de tomate irriguée par goutte à goutte (station de Moulay El Nedjem) (Original)	43
08	Parcelle de blé sous pivot (station de Moulay El Nedjem) (Original)	43
09	Parcelle de blé (palmeraie d'Aoulef) (Original)	44
10	Parcelle de culture maraichère (palmeraie d'Aoulef) (Original)	44
11	Epidermotéques des espèces récoltés durant les sorties 2010 (Original)	Annexe

Introduction

Depuis fort long temps, le règne végétale est soumis à une agression constante par les phytophages, en l'occurrence par les acridiens. Les acridiens occupent une place très importante parmi les insectes nuisibles à l'agriculture. C'est un groupe hétérogène comprenant aussi bien des sauterelles que des sautereaux (DOUMANDJI et DOUMADJI-MITICHE, 1994), parmi lesquels, le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775). Il est l'acridien locuste le plus redoutable aux cultures. Son pouvoir de dispersion, son grand potentiel reproducteur, ses facultés migratrices démesurées ainsi que la euryphagie et la voracité qui lui caractérise, lui qualifie comme étant un ravageur phytophage apocalyptique par excellence. Les dégâts causés pendant leur pullulations sont incontestablement inestimables (DURANTON et LECOQ, 1990). Il constitue une menace quasi permanente pour les plantes cultivées et les pâturages de nombreux pays de l'Afrique du Nord à l'Équateur et de l'Atlantique à l'Asie du Sud-ouest en passant par le Proche Orient. Cette menace émane de sa grande mobilité d'une part (les essaims peuvent parcourir plus de 1000 kilomètres en quelques jours) et à leur aptitudes alimentaires; de très nombreuses plantes sont alors susceptibles d'être attaquées, quels que soient leurs types, des ligneuses comme le bananier, le palmier dattier, ou herbacées, comme le mil, le maïs, le blé et le sorgho (DURANTON et *al.*, 1982).

Malgré sa polyphagie, le Criquet du désert manifeste des préférences alimentaires vers certaines espèces végétales plus que d'autres, bien que ses dernières soient plus abondantes dans son biotope d'existence naturel. Ce choix nutritionnel est fonction de la composition chimique de ses ressources floristiques et de leur composition en certains nutriments indispensables à sa physiologie. L'alimentation n'est pas une composante stable des écosystèmes, comme le suggèrerait une lecture statique des réseaux trophiques, mais pour la même espèce, elle varie de façon spatiale et temporelle. Ces variations sont concomitantes aux qualités et quantités de ressources végétales de l'herbivore (OULD EL HADJ, 2002).

En acridologie, la compréhension du comportement alimentaire des acridiens constitue un élément de base dans la lutte anti-acridienne (DURANTON et LECOQ, 1990). Ce comportement est en relation étroite avec les disponibilités alimentaires dans leur biotope. Face à ce constat, l'étude du spectre alimentaire permet de déceler la relation que pourrait avoir l'acridien avec la plante nourricière. La présente étude porte sur l'étude de la distribution spatio-temporelle, le statut phasaire et le régime alimentaire du Criquet pèlerin dans la région d'Adrar. Cette étude tente de rechercher la variabilité

spécifique de l'acridofaune selon le type de culture et la variabilité effective de différents stades de *Schistocerca gregaria* en fonction du temps et de l'espace. La variation du régime alimentaire de la locuste du désert en fonction de la composition floristique du milieu, de la phytomasse et du temps sera entreprise.

La présente étude comporte quatre chapitres. Le premier chapitre est une présentation de la région d'étude. Le second chapitre est consacré à une étude bibliographique sur le Criquet pèlerin, faisant ressortir les aspects écologiques, morphologiques et biologiques. Le troisième chapitre concerne la méthodologie adoptée pour la partie expérimentale soit sur le terrain et au laboratoire. Le quatrième chapitre regroupe l'ensemble des résultats qui seront suivis d'une discussion. Une conclusion générale qui est un ensemble de réflexions achève ce travail.

1.- Situation géographique

La wilaya d'Adrar se situe au sud-ouest algérien dans le Sahara central à une distance d'environ 1543 km de la capitale Alger, à une altitude de 279 m. En latitude de 27° 49' Nord et longitude de 0° 11' Est (INRAA, 1998) (fig. 1). Elle couvre une superficie globale d'environ 427,971 km² soit 19,97% du territoire national (DUBOST, 2002). Elle est limitée par le Mali au Sud-ouest, la Mauritanie au Sud- Est, la wilaya de Tamanrasset à l'Est, par la wilaya d'El-Bayad et par la wilaya de Béchar au Nord-Ouest, la wilaya de Ghardaïa au Nord et à l'Ouest par la wilaya de Tindouf (Fig. 1 et 2).

La wilaya d'Adrar est composée de 28 communes regroupées en 11 daïrates : Adrar, Fenoughil, Aouf, Reggane, Timimoun, Zaouiet kounta, Tsabit, Aougrou, Charouine, Tinerkouk et Bordj Badji-Moukhtar. De point de vue géographique, cette wilaya comprend trois principales régions qui sont : le Gourara, le Touat et le Tidikelt (INRAA, 1998). Souvent qualifié de rue des palmiers, le Touat, correspond au prolongement de la vallée de la Saoura. Il se localise sur la bordure Nord –Orientale d'Adrar. Son aspect est celui d'une vallée dont le versant oriental affecte le rebord du plateau de Tademaït. Cette vallée est parfois déchiquetée qui s'étend sur près de 220 km de long, de Tsabit à Reggane (DUBOST, 2002).

2.- Facteurs édaphiques

Les facteurs édaphiques regroupent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol ainsi que la topographie de la région concernée (DREUX, 1980).

2.1.- Reliefs

Cette région est limitée au Nord par le Gourara et par le grand erg occidental, au Sud par le plateau Tanezrouft, à l'Est par le plateau de Tademaït (véritable hamada) et par l'erg chèche à l'Ouest (DUBOST, 2002). Les reliefs sont à structures désertiques et globalement étagées qui résultent de la transformation du continent intercalaire de nature pétrographique grasseuse assez tendre (E.C.E.T, 1993) (Fig.3). Les reliefs de la région d'étude sont caractérisées par : Plateaux, terrasses d'érosion, terrasses d'apports, terrasses d'apports et **ergs**.

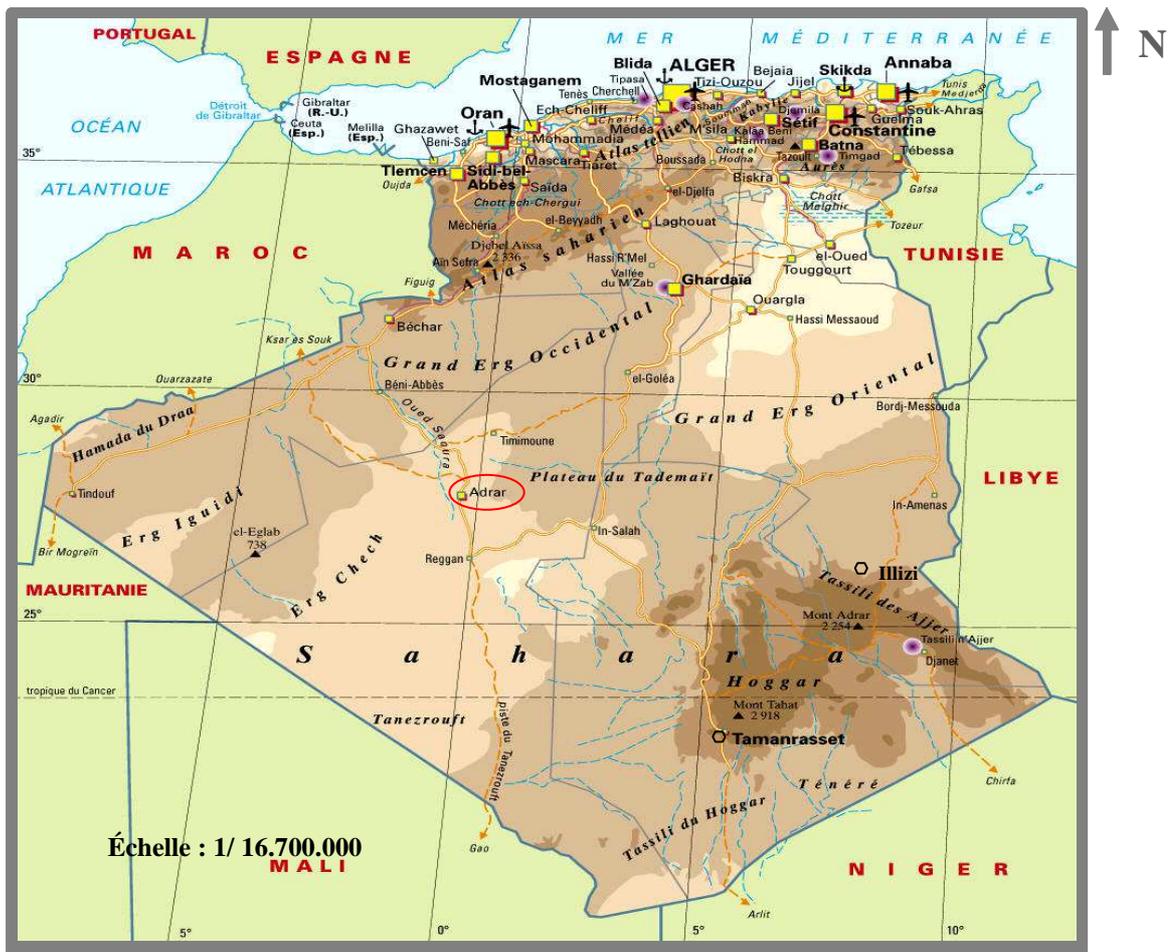


Fig. 1- Situation géographique de la région d'Adrar (Encarta, 2009)



Fig. 2- Situation géographique des deux stations d'étude (Encarta, 2009)

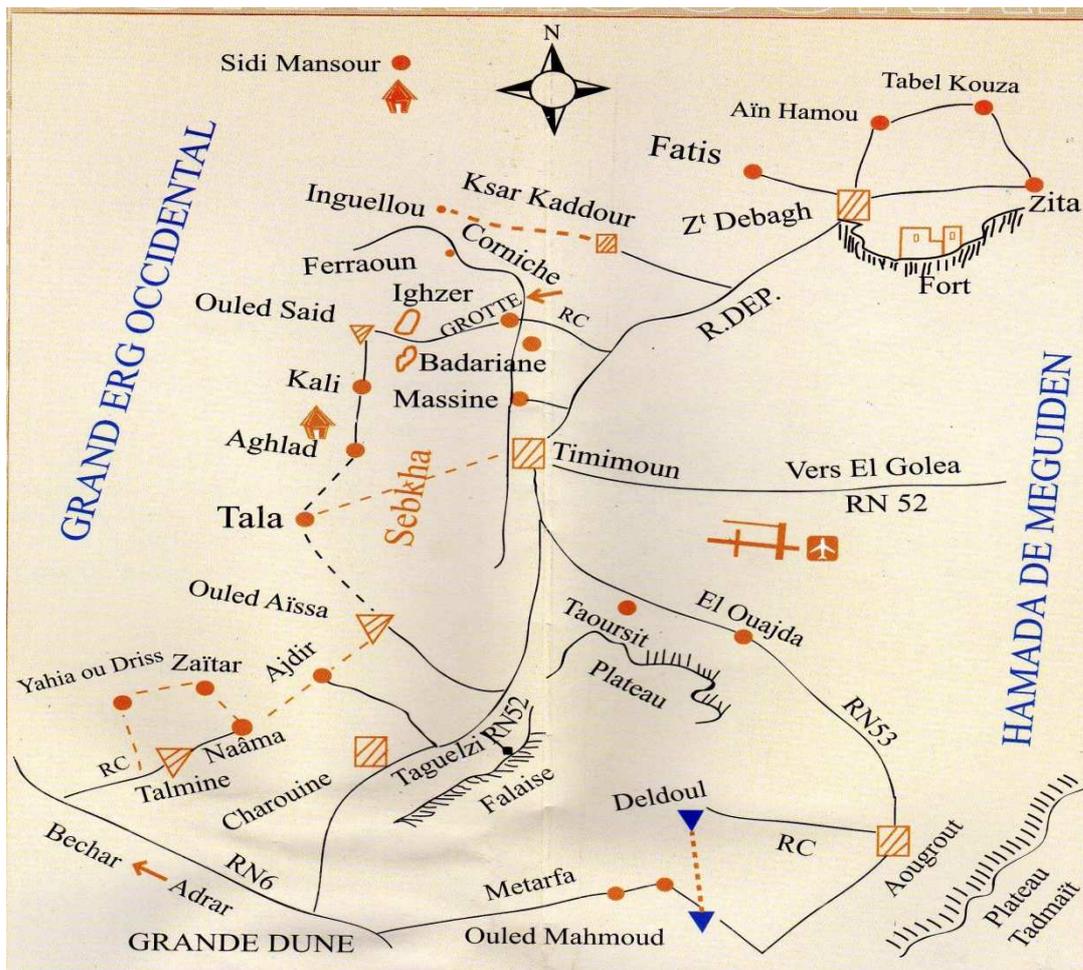


Fig. 3- Reliefs de la région d'Adrar (E.C.E.T, 1993)

2.1.1.- Plateaux

Ils sont constitués par des formations géographiques intercalaires, ils couvrent des vastes surfaces soumises à une intense activité d'érosion éolienne (E.C.E.T, 1993).

2.1.2.- Terrasses d'érosion

Elles sont formées au cours du quaternaire ancien et moyen, avec une forme large au Nord et étroite au Sud (E.C.E.T, 1993).

2.1.3.- Terrasses d'apports

Elles correspondent aux zones à palmeraies, se situant à la rupture des pentes entre les terrasses d'érosion et les Sebkhass. La pente est assez forte à l'amont et faible vers la Sebkhass. La surface est ondulée, parfois couverte de micro-dunes ou de dunes plus importantes (E.C.E.T, 1993).

2.1.4.- Les sebkhass

Ce sont d'anciens lits d'oueds, larges correspondant aux points les plus bas de cette région. Elles se sont formées de dépôts éofluvialiles gypso-salins, dans le Touat. Elles forment grossièrement le lit d'oued Messaoud mais ne communiquent pas toutes entre elles, car elles sont séparées soit par des massifs du continent intercalaire ou du continent primaire par de grandes dunes (INRAA, 1998).

2.1.5.- Ergs

Ce sont des massifs dunaires qui s'étendent sur la moitié de la wilaya d'Adrar. Ils se sont formés au cours des temps quaternaires, comme le grand Erg Occidental et Erg Chech (E.C.E.T, 1993).

2.2.- Pédologie et hydrologie de la région

2.2.1.- Sol

Le facteur essentiel de la formation des sols du Sahara est en général le vent, ainsi que les variations thermiques, notamment journalières. Le lessivage du sol qui joue un

rôle si important sous le climat humide, n'intervient pas en milieu aride (DUTIL, 1971). Les sols de la région d'Adrar sont en général des sols secs où la production d'argile est faible et la fraction grossière est dominante (DEMANGEOT, 1981 cité par BERRACHED, 1996). Ils se forment soit par ablation de la roche mère sous l'influence du vent, soit par accumulation ou apport (DURANT, 1954 cité par KARA, 1997). Le sol d'Adrar est généralement sablonneux ou sablo-limoneux en particulier l'erg, pauvre en matières organiques, assez profond et facile à travailler. Leur pH est neutre ou légèrement alcalin avec un taux de salinité variable. Il existe des sols dont les textures sont limino-argileux ou alluvionnaires. C'est le cas des lits d'oued formés par la sédimentation de l'argile et du calcaire. On rencontre dans cette région le sol de regs, où il existe des croûtes gypso-salines. Dans la région d'Adrar, certaines terres agricoles sont très salées. Les cultures pratiquées sont en général halotolérantes comme *Phoenix dactylifera* et certains maraîchages sous les palmiers comme la culture de l'ail et de l'oignon (DUBOST, 2002).

2.2.2.- Hydrologie

La ressource en eau est constituée par la nappe albiennaise. C'est une eau fossile accumulée au cours du quaternaire. Les réserves sont estimées entre 12000 et 50000 milliards de mètres cubes. Les infiltrations à partir de l'atlas saharien, sont de 12 m³ par seconde pour l'ensemble du bassin artésien (Hamada) et grand erg (INRAA, 1998). L'eau arrive de deux types de nappes différentes. Elle est exploitée selon deux systèmes d'irrigation. L'un traditionnel (foggaras) qui puise l'eau des nappes phréatiques. L'autre moderne, constitué de forages et qui puise l'eau de la nappe aquifère. Vu la multiplication des périmètres de mise en valeur et la réalisation des investissements en forages et puits artésiens, on note un recul progressif de système traditionnel qui mobilisait, il y a une décennie à peine, l'essentiel des eaux d'irrigation (CET, 1993). L'irrigation est un ensemble de techniques utilisées pour amener et distribuer l'eau nécessaire à la mise en valeur agricole ou seulement à l'introduction des nouvelles cultures et l'amélioration des rendements (LAROUSSE, 1980). Trois systèmes d'irrigation existent au niveau de la région d'Adrar à savoir, les foggaras (Photo 1), les puits (Photo 2) et les pivots (Photo 3).

2.2.2.1.- Foggaras

Elles sont originaires de la Chine du Nord-Ouest et du Siamkiang, passé par l'Afghanistan, l'Iran, la Syrie, l'Arabie et l'Egypte (FOURMRIER 1958 cite par KAIDI



Photo 1- Système d'irrigation traditionnelle « la foggara » dans la région d'Adrar
(photos Originales)



Photo 2- Puits traditionnelles dans la région d'Adrar (Original)



Photo 3- Système d'irrigation sous pivot dans la région d'Adrar (Original)

et *al.*, 2005). Cette structure existe aussi en Tunisie et on la dénomme «Kriga ou Ngoula», «Khattara» au Maroc et «Foggara» en Algérie dans les oasis du Touat, du Gourara et du Tidikelt. Le réseau le plus spectaculaire de foggara au Maghreb existe au Maroc (Merrakech). De ce fait elle représente un patrimoine culturel et économique à préserver (PERENNES, 1993). En Algérie, l'usage de foggaras semble avoir été pratiqué dans le Sahara algérien durant le moyen âge (IV^e-X^e siècle). Elles existent dans les oasis du Sahara du nord, central et occidental. On les trouve précisément dans le Touat (région d'Adrar et de Reggane) dans la Gourara (région de Timimoun) et dans le Tidikelt (région d'In Aoulef). En 1960, il existait près de mille foggaras en Algérie, actuellement on l'en compte que 909, dont plus de 600 sont productives, totalisant une longueur de 3000 km et drainant un débit total de près de 3m³/s soit 90 millions de m³ d'eau par an (Photo 1). La construction d'une foggara commence d'abord par un puits mère en amont ; On parle de ras-el-foggara ou Ain-el-foggara tête de la foggara, jusqu'à une couche de terrain humide le niveau de profondeur de la nappe étant évalué. L'opération consiste alors à creuser de l'aval vers l'amont et en pente douce (0,3-0,5%) une galerie de la taille d'un homme qui vient rejoindre la zone humide initialement découverte. Le creusement et l'aération exigent qu'à intervalles réguliers, on creuse des puits pour évacuer les déblais. Ces regards espacés de 5 à 30 m selon la situation, peuvent être très nombreux. Selon PERENNES (1993), il a été observé un cas de 360 puits espacés de 1 à 16 m. Cette galerie devient drainante dès qu'elle rejoint la couche aquifère. Si l'on veut augmenter le débit, il suffit d'allonger la galerie ou alors de creuser des annexes, sortes de branches qui constituent un réseau. A l'aval, les eaux drainées sont recueillies dans un bassin très profond puis entre les utilisateurs ou bénéficiaires par canal de dérivation qui conduit l'eau aux parcelles par l'intermédiaire d'un réseau de seguia en béton appelé seguia primaire.

2.2.2.2.- Puits et pivots

Le puits tient son origine de la nappe aquifère. Il est à la base de différents systèmes d'irrigation nouvellement introduits dans le sud algérien tels que la goutte à goutte et le pivot. Ce dernier a été fabriqué par ANBABIB en Algérie en 1987, cela pour la région de Guassi Touil (Ouargla). La région d'Adrar compte à elle seule 188 pivots et qui couvraient une superficie de 15365 ha jusqu'à l'année 1995. L'utilisation de cette technique dans la région d'Adrar a connue deux périodes bien distinguées, une allant de 1987 à 1994 durant laquelle le nombre d'investisseurs a augmenté de même pour la superficie emblavée, l'autre période de 1994 de nos jours et qui atteste d'une régression dans le rendement et par conséquence des superficies emblavées. Cette technique a

pratiquement échoué au Sud à cause des contraintes techniques, tel que le manque de pièces de rechanges, des contraintes socio-économiques telles que la précarité des agriculteurs et le coût élevé de l'énergie (FILALI *et al.*, 2006) (Photo 2 et 3).

3 - Climatologie de la région

D'après FAURIE *et al.* (1980), le climat joue un rôle important dans la distribution des êtres vivants. Il a un rôle dans la répartition géographique des végétaux, des animaux et dans la dynamique des processus biologiques (BOUDY, 1952). Les facteurs les plus importants sur les phénomènes des acridiens sont la température et l'humidité (OULD EL HADJ et BEN AMARA, 1996; OULD EL HADJ, 2001). Elles créent un milieu favorable pour le développement des populations d'orthoptères surtout en milieu saharien, où le seul facteur qui peut limiter leur développement est sans doute l'eau (OULD EL HADJ, 2002). La région d'Adrar est caractérisée par un climat saharien, pluie très faible et très irrégulière, de fortes moyennes thermiques quotidiennes oscillant entre 20 et 45°C intégrant des nuits froides et des journées intolérables. La région se place dans le climagramme d'Emberger dans l'étage bioclimatique Saharien à hiver tempéré.

3.1. - Température

Parmi les facteurs climatiques, la température joue un rôle prépondérant sur la biologie des acridiens. DURANTON *et al.* (1982), notent que les criquets sont des poïkilothermes, donc très liés à la température ambiante. Elle agit sur des acridiens de façon beaucoup plus quantitative que la lumière, car elle module l'activité générale, la vitesse de développement et influe aussi sur le taux de mortalité. Elle contrôle aussi l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984).

Les températures moyennes mensuelles sont variables d'un mois à un autre. La valeur moyenne annuelle est de 26°C La valeur la plus basse est enregistrée durant le mois de décembre avec 12,5°C. Par contre la valeur la plus importante est enregistrée durant le mois de juillet avec 38,64°C (Tableau 1).

3.2. - Pluviométrie

La pluviométrie influe beaucoup sur les orthoptères, en particulier sur le développement embryonnaire et d'une manière générale sur le potentiel biotique

Tableau 1 - Données climatiques de la région d'Adrar (2000-2009), (O.N.M., 2009)

(TM : Température maximale, H% : Humidité relative, Tn : Température minimale,
 V (km/h) : Vitesse de vent, TMoy : Température moyenne, ★: Cumul Annuel,
 PP (mm) : Précipitations, Pa (mb) : Pression atmosphérique)

Mois	TM °C	Tn °C	T Moy °C	PP (mm)	Pa (mb)	H%	V (km/h)
Janvier	20,97	4,96	12,5	1,93	1021,1	35,19	21,58
Février	24,36	8,1	16,28	2,332	1018,5	28,95	23,07
Mars	29,86	12,86	21,633	5,04	1014,5	20,45	23,91
Avril	33,63	16,51	25,7	3,857	1010,2	18,18	24,67
Mai	38,36	21,42	30,76	0,484	1009	16,51	25,4
Juin	43,37	28,66	34,62	0,813	1008,5	12,94	23,10
Juillet	46,4	28,95	38,64	1,117	1007,9	11,04	24,2
Aout	45,2	28,39	37,66	0,66	1008,1	13,75	22,73
Septembre	40,94	24,65	33,01	0,864	1010,5	19,53	22,48
Octobre	35,28	19,48	27,51	0,806	1013,4	28	19,7
Novembre	27,51	11,65	19,4	0,558	1017	34,33	20,92
Décembre	22,22	6,73	14,26	0,305	1019,5	38,73	20,6
Moy	34,01	17,7	26	18,7★	1013,1	23,13	22,7

(LECOQ, 1974 cité par CHERIEF, 2000). Les précipitations dans cette région d'étude sont saisonnières, ne tombent que dans les mois de printemps et d'hiver, soit Mars, Septembre, Janvier (Tableau 1).

3.3. - Humidité relative

L'humidité relative de l'air est le rapport entre la teneur réelle de l'air en vapeur d'eau et la teneur d'un air saturé à la même température (OZENDA, 1978). Le Sahara étant la région du monde possédant la plus forte amplitude thermique (VERLET, 1974), l'humidité relative est souvent inférieure à 20 % (MONOD, 1992). Le degré de l'humidité influe sur la variation de la fécondité moyenne, sur la durée de la ponte et sur la durée de la diapause larvaire des acridiens. Le degré hygrométrique est particulièrement bas dans la région d'Adrar. L'humidité relative annuelle ne dépasse pas 23,13 %. En effet un maximum de 38,64 % est enregistré au mois de novembre et un minimum de 11,04 % a été atteint au mois juillet (Tableau 1).

3.4- Vent

Le vent est un phénomène presque continu dans le Sud du pays où il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense. La fréquence des vents est très grande durant toute l'année. Les vents de sable se manifestent le plus souvent pendant le printemps (Mars et Avril) (E.C.E.T, 1993).

Le Sahara n'est pas un pays venté, mais en générale, sur les terres dénudées, le vent est fortement éprouvé (MONOD, 1992). Cependant, les vents forts sont variables en direction, alors que les vents dominants, sont des vents faibles (DEMANGEOT, 1981). Si le vent en lui-même n'a rien d'extraordinaire dans le désert, ses effets sont frappants. Il joue un rôle important dans le déplacement des acridiens. Ce sont les courants aériens qui entraînent les acridiens migrants vers les régions où ils ont un maximum de chance de retrouver de quoi manger. Au cours des grandes invasions, ils orientent le déplacement des acridiens. Ils agissent sur les phénomènes phasaires par augmentation des effectifs des acridiens, et ils constituent le principal facteur de déplacement des essaims (CHARA, 1995). Les vents forts déterrent parfois les oothèques, lesquelles en se desséchant provoquent la mort des embryons. Parfois, de tels vents entraînent du sable qui enterre vivants les criquets qui ne peuvent se mouvoir à cause du froid (OULD EL HADJ, 2004). D'après le tableau, on constate que le vent est ou cours de toute l'année avec une vitesse moyenne de 22,7 km/h.

4. - Synthèse climatique

La synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme ombrothermique de Gaussen (Fig. 4 et 5) et le climagramme d'Emberger (Fig. 6).

4.1.- Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de définir les mois secs. Un mois sec est celui dont les précipitations totales exprimées en mm sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degrés Celsius, $P = 2T$ (MUTIN, 1977). Ainsi le climat est humide quand la courbe des températures descend au dessous de celle des précipitations. Il est sec dans le cas contraire (DREUX, 1980). Le diagramme ombrothermique représenté dans les figures 4 et 5 de la région d'Adrar montre que la période sèche s'étale sur tous les mois de l'année. Il s'agit de porter en abscisse les mois de l'année et en ordonnée les précipitations et les températures. Le graphe dans la figure 4 expose les variations thermiques et pluviométriques dans la région d'étude pendant l'année 2009.

4.2.- Climagramme d'Emberger et étage bioclimatique

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q_3) fait intervenir le rapport des précipitations aux températures. Ceci nous permet de situer notre région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Fig 6). Pour cela, nous sommes amenés à calculer (Q_3) qui s'exprime selon la formule au dessous modifiée par Stewart (1969).

$$Q_3 = 3,43 P / (M - m)$$

P : Précipitations moyennes annuelles.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : Moyenne des températures maximales du mois le plus froid.

Après les calculs on trouve que le quotient (Q_3) est égal à 2,46 donc on peut dire que notre région d'étude fait partie à l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (Fig. 6).

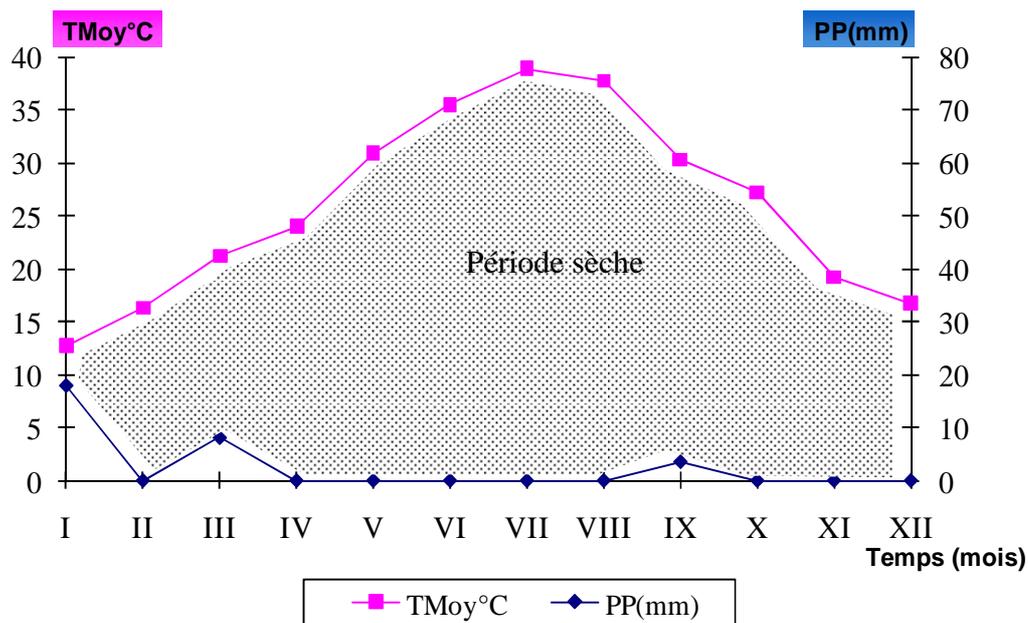


Fig. 4 - Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude 2009

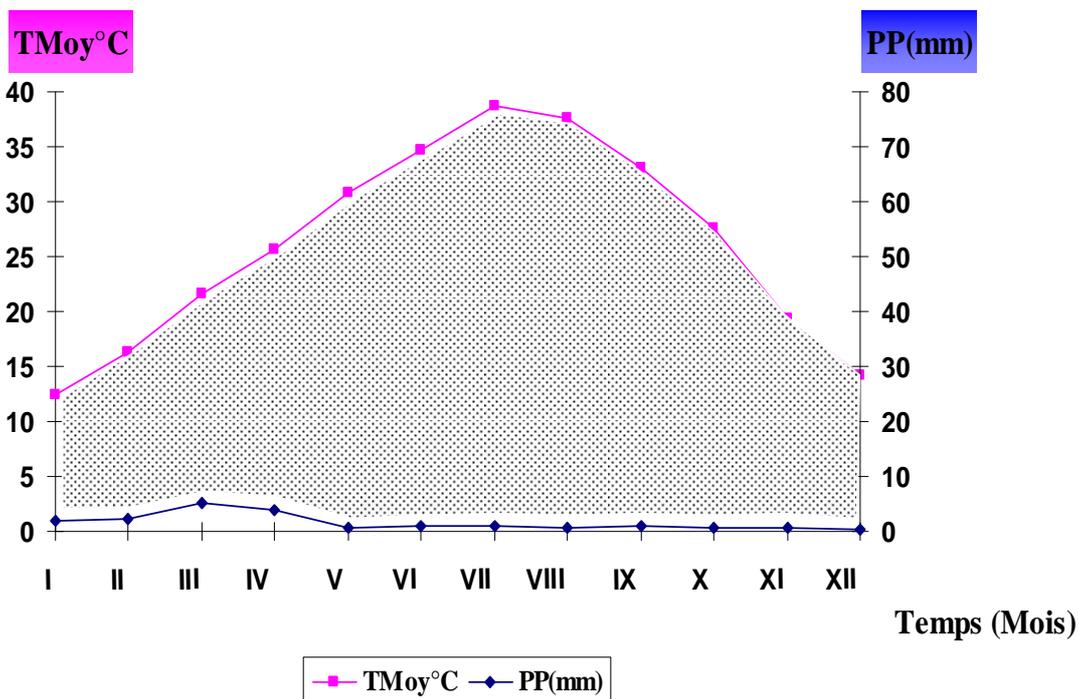


Fig. 5- Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude (2000-2009).

PP : Précipitations

TMoy : Températures moyennes

 Période sèche

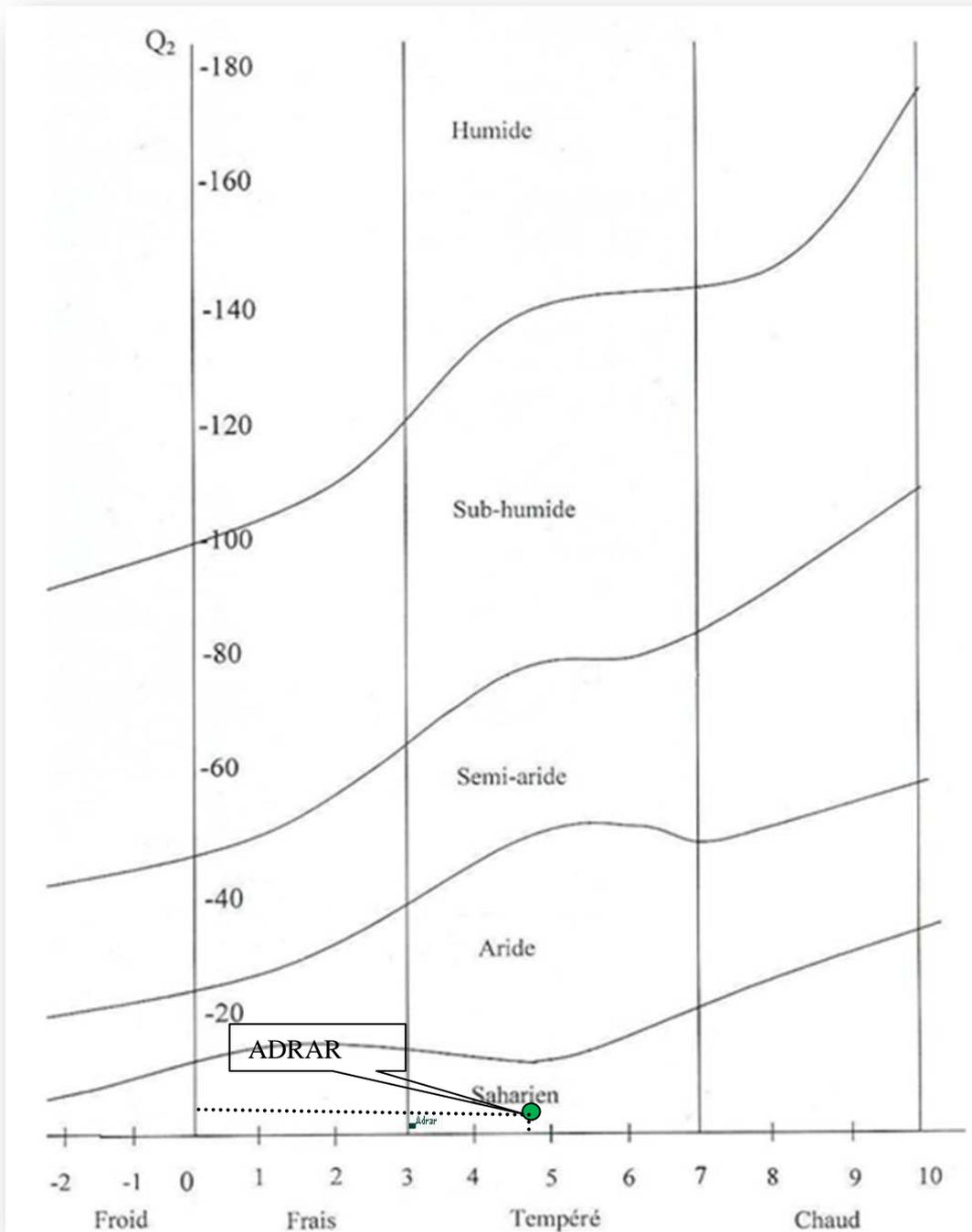


Fig. 6- Climagramme d'Emberger et étage bioclimatique de la région d'étude (2000-2009)

5.- Données bibliographiques sur la faune et la flore d'Adrar

5.1.- Faune

Dans les régions du Sahara, l'adaptation des animaux toujours moindre que celle des végétaux. L'animal est plus mobile peut se déplacer vers les régions plus clémentes, plus abondantes en ressources alimentaires (OULD EL HADJ, 2004).

Selon Perrier (1940), l'entomofaune du Sahara est importante et entre par une grande part dans la composition des groupes d'animaux les plus typiques. Parmi les invertébrés qui peuplent le Sahara, citons les Oligocheta, les Gastropoda (*Rumina decollata*) et les insectes avec l'ordre des Orthoptera, les Coleoptera comme *Africanus angulata* et *Apate monachus*, les Hymenoptera comme *Scolia* sp, et *Cataglyphis cursor* (OULD EL HADJ, 2004). D'après DOUMANDJI-MITICHE et al. (1999), La liste de la faune orthoptérologique de la région d'Adrar est comme suit :

Tableau 02 : Liste de la faune orthoptérologique de la région d'Adrar (DOUMANDJI-MITICHE et al., 1999)

S/Ordre	Famille	Genre	Espèces
<i>Caelifera</i>	<i>Acrididae</i>	<i>Acrotylus</i>	<i>A. patruelis</i> (HERRICH-SCHAEFFER, 1838)
		<i>Aiolopus</i>	<i>A. thalassinus</i> (FABRICIUS, 1781)
			<i>A. strepens</i> (LATREILLE, 1804)
		<i>Locusta</i>	<i>L. migratoria cinerescens</i> (BONNET et FINOT, 1885)
		<i>Ochrilidia</i>	<i>Ochrilidia</i> sp (FIEBER, 1853).
		<i>Pseudosphingonotus</i>	<i>P. savignyi</i> (SAUSSURE, 1884)
		<i>Schistocerca</i>	<i>S. gregaria</i> (FORSKAL, 1775)
		<i>Sphingonotus</i>	<i>S. rubescens</i> (WALKER, 1870)
		<i>Heteracris</i>	<i>H. annulosus</i> (WALKER, 1870)
			<i>H. harterti</i> (I.BOLIVAR, 1913)
<i>Pyrgomorphi dae</i>	<i>Pyrgomorpha</i>	<i>P. cognata</i> (KRAUSS)	

Au sud de l'Algérie, la présence d'espèces animales vertébrés n'est pas négligeable (OULD EL HADJ, 2004). Parmi ces derniers on citera les varans (*Varanus griseus* Daudin 1803), les oiseaux migrateurs (environ 80 espèces) et certaines espèces sédentaires. Les gazelles (*Gazella dorcas* LINNE, 1758) se retrouvent soit isolées ou groupées en troupes. Il en est de même pour les addax (*Addax nasomaculatus* BLANVILLE, 1816), les plus anciennes des antilopes selon Monod (1992). Les fennecs (*Fennecus zerda* ZIMMERMAN, 1780), les chacals (*Canis aureus* LINNE, 1758), de très rares guépards (*Acinonyx jubatus* SCHREBER, 1776), les hérissons (*Paraechinus aethiopicus* HEMPRICH et EHRENBERG, 1833), le porc-épic (*Hystrix*), les lièvres (*Lepus capensis* LINNE, 1758) et plus rarement des mouflons à manchettes (*Ammotragus lervia*).

5.2.- Flore

Le Sahara septentrional est relativement pauvre en espèces végétales spécifiques, Ces espèces sont adaptées à un environnement rude caractérisé par une forte aridité et une très faible pluviométrie. Selon OULD EL HADJ (2004), on peut marcher durant plusieurs jours sans trouver une seule plante. Au Sahara il existe deux types de végétations, les végétations temporaires et les végétations permanentes. L'acheb ensemble de plantes annuelles éphémères, qui apparaissent après une pluie, est constitué par des végétaux doués d'une faculté de croissance rapide et dont la période végétative, très brève, ne dure pas plus de trois à quatre semaines. Nous citons *Convolvulus fatmensis* (KUNZE), *Schismus barbatus* (LINNE), *Lantago albicans* (LINNE) et *Launaea glomerata* (COSSONEL) (OULD EL HADJ, 2004). Pour les végétaux permanents, un ensemble d'adaptations morphologiques et anatomiques permettent à ces végétaux d'absorber, quand il y en a, le plus d'eau possible. Une Poaceae de quelques centimètres de haut peut avoir des racines dépassant un mètre de longueur. Celles d'un arbuste d'*Ephedra* dans l'erg, ont une longueur de 11 m. Au sein de la flore de la région d'Adrar, les familles prédominantes sont les Poaceae, les Fabaceae et les Asteraceae, elles représentent toujours 35 à 40 % de la flore dans chaque secteur saharien (OULD EL HADJ, 1992 ; OULD EL HADJ, 2004). Les espèces végétales récoltées durant les sorties de notre travail sont citées dans le tableau 03.

Tableau 03 : Liste des plantes recensées dans la région d'Adrar (Sahara central) :

Groupe	Famille	Noms vernaculaires	Noms scientifiques
Dicotylédones	<i>Asclepiadaceae</i>	Pommier de Sodome	<i>Calotropis procera Aiet</i>
	<i>Asteraceae</i>	Laiteron maraîcher	<i>Sonchus oleraceus L</i>
		Laiteron délicat	<i>Sonchus tenerrimus L</i>
	<i>Brassicaceae</i>	Harra	<i>Diplotaxis harra</i>
	<i>Chenopodiaceae</i>	Ansérine blanche	<i>Chenopodium album L</i>
	<i>Cucurbitaceae</i>	Coloquinte	<i>Colocynthis vulgaris Schard</i>
		Melon	<i>Cucumis melo L</i>
		Concombre	<i>Cucumis sativus L</i>
		Courgette	<i>Cucurbita pepo L</i>
	<i>Fabaceae</i>	Talha	<i>Acacia tortilis</i>
		Lentille	<i>Lens culinaris L</i>
		Luzerne	<i>Medicago sativa L</i>
	<i>Malvaceae</i>	Coton	<i>Gossypium arboreum L</i>
	<i>Solanaceae</i>	Tomate	<i>Lycopersicon esculentum L</i>
Pomme de terre		<i>Solanum tuberosum L</i>	
Raisin de loup		<i>Solanum nigrum L</i>	
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Phragmites</i>	<i>Phragmites communis L</i>
		Polypogon de Montpellier	<i>Polypogon monspeliensis L</i>
		Avoine stérile	<i>Avena sterilis L</i>
		Chiendent	<i>Cynodon dactylon L</i>
		L'orge commune	<i>Hordium vulgare L</i>
		Ray-grass	<i>Lolium multiflorum L</i>
		Blé dur	<i>Triticum durum L</i>
		Sorgho	<i>Sorghum vulgare L</i>
	<i>Liliaceae</i>	Oignon	<i>Allium cepa L</i>
<i>Palmaceae</i>	Palmier dattier	<i>Phoenix dactylifera L</i>	

Le criquet pèlerin appartient à la catégorie des acridiens de type locuste qui présente le phénomène de polymorphisme phasaire, c'est à dire la possibilité de développer des aspects variés et réversibles selon la densité de la population. Schématiquement on parle de phase solitaire pour les populations de faible densité et de phase grégaire pour les populations de forte densité. Il existe des formes intermédiaires dites transiens. Il existe de transiens conregans dans le cas de passage de la phase solitaire vers la phase grégaire, passage qui demande en générale plusieurs générations (4génération successives au minimum); et de transiens degregans dans le cas d'un passage de la phase grégaire vers la phase solitaire. Ce passage est plus rapide et s'effectue souvent en l'espace d'une ou deux générations (DURANTON et LECOQ, 1990).

1.- Position systématique

Le Criquet pèlerin ou le Criquet du désert *Schistocerca gregaria*, est un orthoptère faisant partie du sous-ordre des Caelifères qui regroupe les individus possédant des antennes courtes ne dépassant guère la limite postérieure du pronotum. Il appartient à la famille des Acrididae qui regroupe les espèces les plus redoutables aux cultures et à la sous famille des Crytacanthacridinae (LOUVEAUX et BENHALIMA, 1986). Pour GRASSE (1970) la position systématique du Criquet pèlerin est:

Embranchement : Arthropoda
Sous Embranchement : Mandibulata
Classe : Insecta
Sous classe : Pterygota
Super Ordre : Orthopteroidea
Ordre : Orthoptera
Sous Ordre : Caelifera
Super Famille : Acridioidea
Famille : Acrididae
Sous famille : Cytracanthacridinae
Genre : *Schistocerca*
Espèce : *S. gregaria* (FORSKÅL, 1775)

D'après LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG (1997), *Schistocerca gregaria* est présent deux sous espèces: l'un nominative et la plus connus *Schistocerca gregaria gregaria* (FORSKÅL, 1775) et l'autre *Schistocerca gregaria flaviventris* (BURMIESTR, 1838) plus modestement répartie en Afrique du Sud-Ouest.

2.- Morphologie

2.1.- Œufs

Les œufs du criquet pèlerin ont une forme allongée, généralement incurvée au niveau du pôle animal (pôle postérieur) se trouve la zone hydroylaire par où pénètre l'eau et la zone micropylaire par où pénètrent les spermatozoïdes. Les œufs, d'abord jaune orange et translucides, deviennent opaques et beiges, parfois roses après avoir absorbé suffisamment d'eau dans le sol (DURANTON et LECOQ, 1990). Ils sont déposés dans le sol sous forme d'une oothèque grande et sans paroi consolidée selon une disposition de type radiale. Leur taille oscille entre 7 et 8 mm de long, et de couleur jaune beige (POPOV *et al.*, 1990). Le nombre moyen d'œufs à la première ponte varie de 80 à 140 chez les solitaires alors qu'il est compris entre 40 à 70 chez les grégaires (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989). Cependant les solitaires et les grégaires ont la même taille et la même forme générale (ANNE-MONARD, 1991).

2.2.- Larves

Les larves solitaires se distinguent des larves grégaires par la pigmentation ainsi que la couleur verte caractérisant les larves solitaires. Aux stades les plus avancés le vert évolue en brun (photo 5) (DURANTON et LECOQ, 1990).

Concernant les larves grégaires, les deux premiers stades sont essentiellement noirs. Le troisième est un mélange de rouge ou d'orange et de noir. Le quatrième et le cinquième stade comportent un mélange de jaune et de noir. Les stades 3 et 5 possèdent une tache occipitale rouge (photo 6). Les larves de la phase transiens, possèdent une teinte générale identique à celle des grégaires mais le développement de la maculature est plus ou moins accentuée (DURANTON et LECOQ, 1990).

2.3.- Imagos

2.3.1.- Imago grégaire

Les femelles mesurent de 50 à 60 mm de long et les mâles de 45 à 50 mm. Elles se distinguent par leur pronotum concave de profil; la coloration rose à rouge pour les imagos immatures jaunes chez les imagos matures et les yeux obscurs portant 6 stries



Photo 4- Imago femelle de *S. gregaria* (LECOQ, 1991)



Photo 5- Larve solitaire de 5^{ème} stade larvaire (DURANTON et LECOQ, 1990)



Photo 6- Larve grégaire de 5^{ème} stade larvaire (DURANTON et LECOQ, 1990).

souvent indistinctes (PASTRES et al., 1988).

2.3.2.- Imago solitaire

Les individus solitaires sont plus grands. Les femelles mesurent de 60 à 90 mm les mâles de 45 à 60 mm d'aspect robuste brun ou noir. Au cours de la maturation sexuelle, il y a un léger jaunissement des mâles. Les yeux portent 6 à 7 stries selon les stades larvaires accomplis (photo 4). Chez les grégaire ou les solitaire, le criquet pèlerin présente des antennes filiformes (PASTRES et al., 1988).

3.- Cycle biologique

Le Criquet pèlerine, comme tous les autres acridiens, passe par trois états successifs: l'œuf, la larve et l'ailé. Les œufs sont pondus par les femelles. Lors de l'éclosion, naissent de jeunes criquets dépourvus d'ailes, appelés larves. Ces dernières se débarrassent de leur cuticule cinq à six fois pendant leur développement et leur taille s'accroît à chaque fois. Ce processus s'appelle la mue et la période qui sépare deux mues successives s'appelle un stade. La dernière mue, du stade larvaire 5 (ou 6) dépourvu d'ailes à l'imago, ou ailé, s'appelle la mue imaginale. Le nouvel ailé, appelé «jeune ailé», doit attendre le séchage et le durcissement de ses ailes avant de pouvoir voler. Les ailés ne muent pas et leur taille ne s'accroît donc pas mais leur poids augmente progressivement. Les ailés qui peuvent voler sont, au départ, sexuellement immatures. Quand ils deviennent sexuellement matures, ils peuvent s'accoupler et pondre des œufs (SYMMONS et CRESSMAN, 2001) (fig. 7).

3.1.- Accouplement

Avec le début de la maturité sexuelle, les premiers accouplements sont marqués et vont se poursuivre durant la vie reproductive. Le mâle pratique l'embuscade. Quand une femelle passe à proximité, il saute sur elle et s'y agrippe au moyen de ses pattes antérieures et médianes. Le mâle, qui chevauche la femelle, glisse son abdomen sous celui de sa partenaire et s'accouple avec elle. La copulation dure de 3 à 14 heures (DE GREGORIO, 1996).

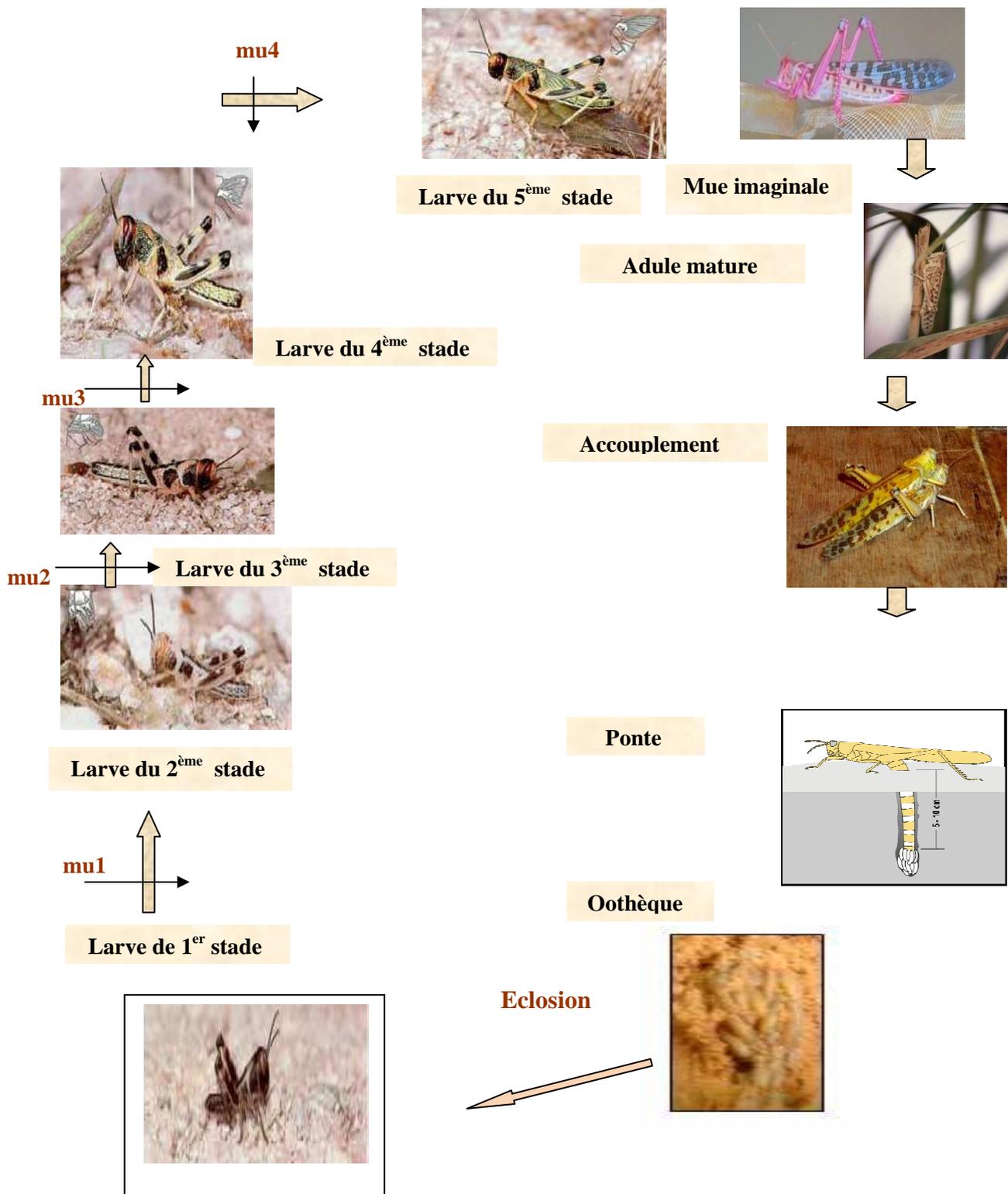


Fig. 7- Etapes de développement de *Schistocerca gregaria*

3.2.- Ponte

Après accouplement, la femelle cherche un endroit propice à la ponte et choisit en général un endroit sablonneux et frais. Elle creuse ensuite le sol avec son oviscapte qu'elle enfonce à la manière d'un taraud; son abdomen rendu turgescent et distendu peut s'enfoncer jusqu'à une profondeur de 7 cm environ, en moyenne, et quelque fois peut atteindre 15cm (MALLAMAIRE et ROY, 1968). La femelle pond les œufs sous forme d'une masse ovigère appelée oothèque. Les œufs ressemblent à des grains de riz et sont disposés comme dans un régime de bananes miniature. Lorsque la femelle a déterminé que l'humidité édaphique était suffisante, elle fore le sol avec les valves génitales situées à l'extrémité de son abdomen et dépose une masse ovigère. Elle ferme ensuite l'orifice de ponte par un bouchon spumeux. L'oothèque a une longueur de 3 à 4 cm et son extrémité supérieure se trouve à une profondeur de 5 à 10 cm. Une telle profondeur nécessite une grande extension de l'abdomen de la femelle. Les oothèques de criquet pèlerin contiennent moins de 80 œufs en phase grégaire et entre 90 et 160 œufs en phase solitaire (SYMMONS et CRESSMAN, 2001). D'après DE GREGORIO (1996), la durée de la ponte est entre 2h 45mn et 3h:

- 1h30 mn pour le forage du site de ponte dans le sol ;
- 30 mn pour le dépôt des œufs ;
- 1h pour le retrait de l'abdomen.

Peu après la ponte, l'œuf s'hydrate et augmente de volume. Les œufs doivent absorber l'équivalent de leur propre poids d'eau dans les cinq premiers jours après la ponte; cela est suffisant pour leur permettre de se développer correctement et d'assurer l'éclosion (DURANTON et LECOQ, 1990). Selon LAUNOIS-LUONG et LECOQ (1993), la période d'incubation dure une dizaine de jours à 2 mois selon la température et l'humidité du sol.

3.3.- Nombre de générations chez *Schistocerca gregaria*

Une génération acridienne correspond à la succession des états qui relie un œuf de la génération parentale à un œuf de la génération fille (DURANTON et al. 1987). Dans les conditions écologiques favorables, le criquet pèlerin développe deux à trois générations par an et exceptionnellement quatre (DURANTON et LECOQ, 1990). APPERT et DEUSE (1982) et PASTRE et al. (1988), signalent chez cette espèce trois générations annuelles:

- Une génération estivale située dans la partie Sud de l'aire de distribution

- Deux générations hiverno-printanières auraient lieu dans la partie Nord de l'aire de distribution.

4.- Comportement du criquet pèlerin

4.1.- Grégarisation et polymorphisme phasaire

Le criquet pèlerin appartient au groupe des acridiens grégariaptés, encore appelés locustes qui ont la particularité de se présenter sous la forme solitaire ou sous la forme grégaire selon certaines circonstances. Le passage d'une forme à l'autre se fait par un processus de transformation phasaire. Cette transformation est réversible et se fait de manière progressive. Le criquet pèlerin fait partie des espèces les plus sensibles à l'effet de la densité. Les caractères qui différencient les solitaires des grégaires sont extrêmement complexes et variés (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997).

4.2.- Aires grégarigènes et foyers de grégarisation

Les aires grégarigènes sont un ensemble de régions entre lesquelles se font des échanges réguliers de populations, aboutissant après certaines années à des véritables grégarisations. Elles forment donc des ensembles fonctionnels géographiquement définis et sont incluses dans l'aire d'habitat permanent de l'espèce (LECOQ, 2004). Selon DURANTON et LECOQ (1990), les foyers grégarigènes sont les lieux où s'accomplit la grégarisation. Chez *S. gregaria*, les foyers en Afrique de l'Ouest seraient très disjoints dans l'espace. Beaucoup semblent circonscrits aux zones d'épandage des grands Oueds Sahariens alimentés par les massifs montagneux désertiques, d'autres aux régions côtières sableuses à de fortes pluviosités (fig. 8).

4.3.- Mécanismes de la transformation phasaire dans la nature

Au cours de la transformation phasaire, trois phénomènes importants vont intervenir :

4.3.1.- Multiplication

Permet une augmentation des effectifs, si des conditions écologiques optimales se maintiennent.

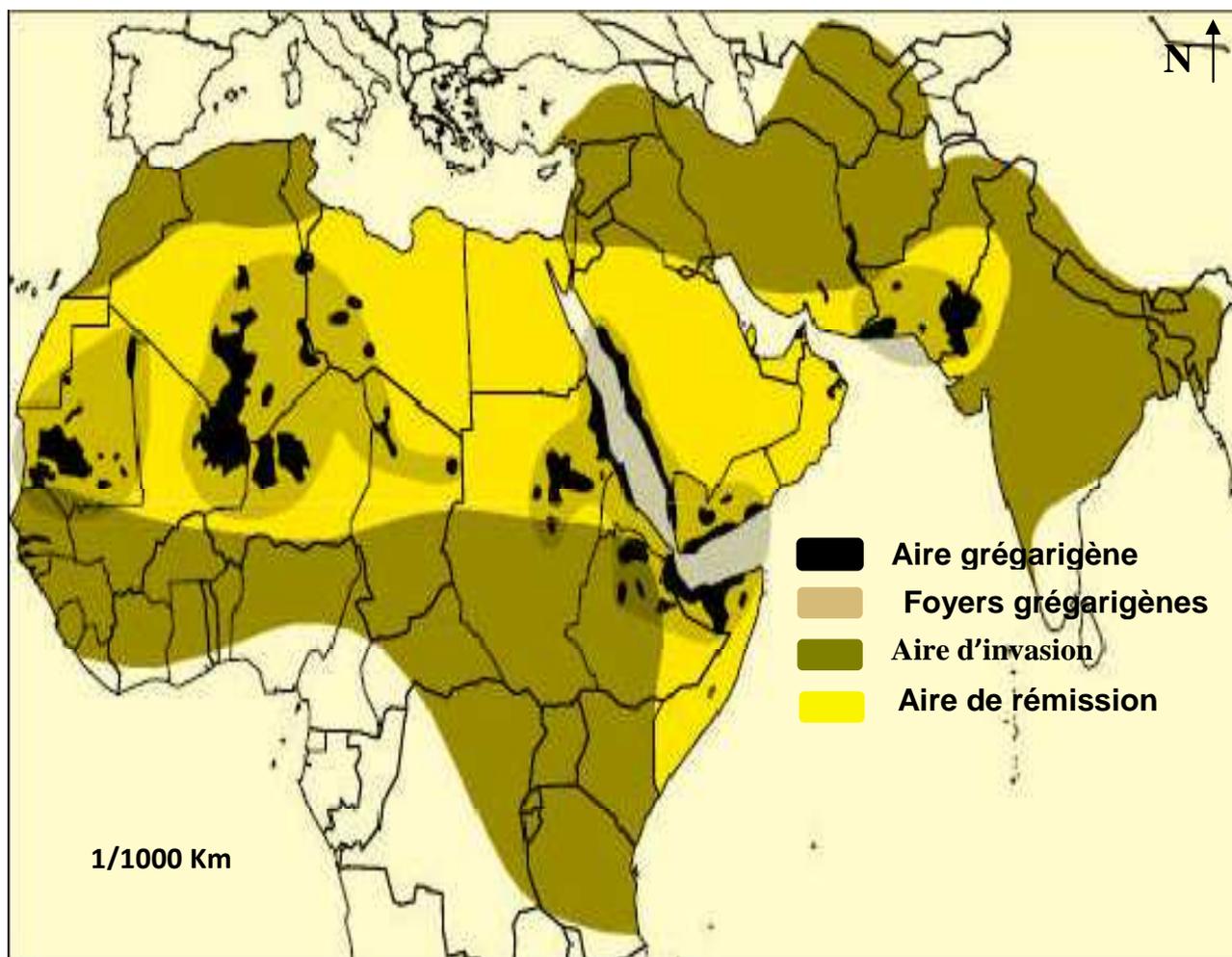


Fig. 8 - Aire de distribution de *S. gregaria* (LECOQ, 2004)

4.3.2.- 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.

4.3.3.- 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 (DURANTON et LECOQ, 1990).

5.- Facteurs de mortalité chez les acridiens

Il divise en facteurs abiotiques, facteurs biotiques et le comportement alimentaire

5.1.- Facteurs abiotiques

5.1.1.- Température

Les acridiens, comme tous les insectes, sont des poïkilothermes, c'est à dire des animaux à températures variables, donc très dépendant de la température ambiante. La possibilité de la régulariser est faible, encore que la température du corps puisse, par insolation directe, dépasser de 10 à 15°C la température externe. La température module l'activité générale des acridiens, la vitesse de développement et influe aussi sur le taux de mortalité. Son action finale porte sur la distribution géographique des espèces. La température optimale varie d'une espèce à une autre et les seuils thermiques; ce criquet à une activité normale à partir de 23 °C. Son excitation devient forte à 33°C, les sauts sont plus longs, la marche est plus rapide, les prises de nourriture sont plus fréquentes et de plus longue durée, le transit intestinal plus court au-dessus de 43°C. La mort survient à 51°C. A noter que l'optimum thermique varie de 30,5°C chez les larves à 39°C chez les ailés, sauf en période de ponte où il n'est pas plus de 29,5°C (DURANTON et *al.*, 1982).

5.1.2.- Lumière

En général, les acridiens sont attirés par les sources lumineuses, mais des différences importantes sont observées en fonction des espèces, du sexe et de l'état physiologique des individus. Au dessus du seuil de sensibilité qui est de 0,1 lux, la stimulation ou l'inhibition de l'activité des acridiens dépend de l'intensité de la lumière et de la sensibilité des individus (DURANTON *et al.*, 1982).

5.1.3.- Eau

En zone tropicale sèche, le facteur hydrique est souvent le principal facteur limitant l'évolution des populations acridiennes, revêtant différentes formes: pluie, rosée, brouillard, etc. L'eau exerce une influence directe ou indirecte :

- L'influence directe est particulièrement visible sur les œufs qui ont besoin d'absorber de l'eau juste après la ponte. Quant aux larves et aux ailés, ils recherchent une ambiance hydrique leur permettant de satisfaire leur équilibre interne en eau.
- L'effet indirect influe sur la végétation qui constitue la quasi totalité de l'alimentation des Acridiens. Selon que les plantes soient turgescentes ou non, les criquets équilibrent avec plus ou moins de facilité leur balance hydrique interne. La présence de certains prédateurs et parasite, ou les déclenchements des épidémies, sont aussi en rapport avec l'ambiance hydrique (DURANTON *et al.*, 1982).

5.1.4.- Sol

Le sol, en tant que facteur édaphique, est un élément permanent dans l'environnement de l'acridien. Il joue un rôle sur l'ensemble des états biologiques, comme site de ponte, d'éclosion et de dispersion. Il est aussi le support des plantes dont les larves et les ailés se nourrissent (DURANTON *et al.*, 1982; LECOQ *et al.*, 2003). *Schistocerca gregaria* recherche pour pondre en général des sols sableux meubles: en absence de ce dernier, des sols allant des argiles aux graviers fins peuvent être acceptés si l'oviscapte de la femelle peut pénétrer. Le facteur limitant est l'humidité du sol car si elle fait défaut, la ponte n'a pas lieu ou bien les œufs périssent dans une terre trop sèche (DAJOZ, 1974).

5.1.5.- Vent

Le vent joue un rôle très important pour la migration des acridiens. Il arrive souvent que les grands acridiens migrants prennent la vitesse du vent. Par ailleurs,

quand il est violent, il peut exposer les œufs qui seront soumis aux différents prédateurs. Ce phénomène est visible dans régions sahéliennes (DURANTON et *al.*, 1982).

5.1. 6.- Végétation

Les acridiens trouvent dans la végétation l'abri, le perchoir et la nourriture. La végétation constitue une sorte d'écran entre l'insecte et les conditions physico- chimiques et son environnement. Trois facteurs de différenciation interviennent dans la perception du tapis végétal: sa composition floristique, sa structure et son état phénologique. Les conditions d'environnement propres à chaque groupement végétal exercent un rôle dans la distribution des acridiens. Chaque espèce de criquet manifeste un choix dans ses biotopes pour satisfaire ses besoins relationnels, nutritionnels et reproducteurs (DURANTON et *al.*, 1982).

5.2.- Facteurs biotiques

5.2.1.- Ennemis naturels

5.2.1.1.- Prédateurs

5.2.1.1.1.- Prédateurs des oothèques

L'espèce *Stomorhina lunata* (diptère, calliphoridae) est connue par ses dégâts sur les oothèques des populations grégaires du criquet pèlerin. Parmi les coléoptères Méliodes, les genres *Mylabris* et *Zonabris* possèdent des spécialités vis-à-vis de telle ou de telle espèce de caelifères (CHOPARD, 1943).

5.2.1.1.2.- Prédateurs des larves et des ailés

Les acridiens, en particulier les locustes grégaires, constituent une source attrayante de nourriture pour les prédateurs non spécialisés, vertébrés et invertébrés. À la longue, ces prédateurs peuvent devenir des causes importantes de mortalité et même éliminer des bandes de jeunes larves (GREATHEAD et *al.*, 1994). Les oiseaux représentent le plus d'exemples d'espèces prédatrices de criquets (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994). Parmi les oiseaux prédateurs des acridiens, on peut citer: la Cigogne, le Milan, le Faucon et l'Aigle. Parmi les insectes prédateurs on peut mentionner l'hyménoptère tel que le Sphecx et les Asilides (DURANTON et *al.*, 1982).

5.2.2.- Parasites

5.2.2.1.- Parasites des oothèques

Parmi les parasitoïdes d'œufs d'acridiens, les hyménoptères scélionides sont les seuls connus, parasitoïdes vrais d'embryons de locustes et de sauteriaux. Le genre *Scelio* (*Hymenoptera Scelionidae*) comprend de nombreuses espèces. Toutes, sont des parasitoïdes d'œufs d'acridiens. Vingt-trois espèces d'Afrique ont été décrites et huit ont pu être élevées avec succès.

5.2.2.2.- Parasites des larves et des adultes

Les larves et les imagos des acridiens sont parasités par des mouches des familles suivantes : *Nemestrinidae*, *Sarcophagidae* et *Tachinidae*. Ils sont curieusement épargnés par les hyménoptères parasitoïdes. En Asie comme en Amérique du Nord, ils sont aussi parasités par des *Muscidae* (*Acridomyia spp.*), ce qui n'est pas le cas dans les régions tropicales. Tout comme ces véritables parasitoïdes, d'autres diptères peuvent se rencontrer sur des criquets morts ou qui viennent de mourir. Ces nécrophages sont des *Sarcophagidae* (*Sarcophaga* ou *Wohlfartia*) ou des *Phoridae* (GREATHEAD et al., 1994). DURANTON et al. (1982) affirment que ce taux de parasitisme par les larves de diptères *Blaesoxipha* peut atteindre 20 à 30% des effectifs des bandes larvaires de *S. gregaria*. Les nématodes sont représentés surtout par les *Mermis* à un certain stade de leur développement, ils abandonnent leur hôte et gagnent la terre humide. Ces parasites exercent une action frénatrice contre l'invasion de la sauterelle pèlerin (PASQUIER, 1952).

5.2.3.- Maladie

5.2.3.1.- Champignons

Selon VEEN (1968) cité par DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994), les champignons qui peuvent infecter les acridiens sont: *Metarhizium anisopliae*, *Metarhizium flavoviride* et *Beauveria bassiana*.

5.2.3.2.- Bactéries

Les infections bactériennes jouent un rôle très important dans la régulation des populations acridiennes, parmi lesquelles nous citons : *Bacillus acridiorum*, *Bacillus thuringiensis*, *Coccobacillus acridiorum*, *Micrococcus*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Flavobacterium devorans* (JULIO et al., 1970 cité par KEITH et KEVAN, 1992 ; KLEESPIES et al., 2000). Ces bactéries entomopathogènes appartiennent surtout à trois grandes familles qui sont les *Enterobacteriaceae* et *Pseudomonaceae* (GREATHEAD et al., 1994).

5.2.3.3.- Virus

La plupart des virus isolés à partir de criquets malades appartiennent à la famille des *Poxviridae*, plus particulièrement des virus entomopox (*Entomopoxvirinae*). D'autres familles de virus ont été trouvées chez les orthoptères. Elles appartiennent aux *Baculoviridae*, aux *Iridoviridae*, aux *Parvoviridae* et aux *Picornaviridae* (GREATHEAD et al., 1994).

5.2.3.4.- Protozoaires

Les protozoaires pathogènes de locustes les plus importants sont les amibes, les grégarines (eugrégarines et néogrégarines) et les microsporidies (KLEESPIES et al., 2000).

5.3.- Comportement alimentaire

Il est admis communément que le comportement des insectes dans la sélection de substrats alimentaire est un changement dans l'opportunité de consommer une plante plutôt qu'une autre (MOUMEN, 1997). En effet, le choix par un insecte d'un végétal comme aliment dépend de la présence des substances qui stimulent ou inhibent la prise de nourriture ou d'une substance qui est appréciée par l'insecte. Le criquet pèlerin malgré sa polyphagie, présente une prédilection marquée pour certaines plantes de familles botaniques différentes, comme les graminées, les crucifères, les légumineuses (UVAROV, 1928 cité par DOUMANDJI et DOUMANDJI MITICHE, 1994). HALOUANE (1997) a remarqué que le criquet du désert s'accommode bien avec le chou comme substrat alimentaire. TAIL (1998) souligne la préférence de cette locuste pour *Triticum durum*.

6.- Dégâts et importance économique

6.1.- Dégâts infligés par les acridiens

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 pousses, les plantules;
- Blessures des plantes consécutives aux morsures. Elles ont deux conséquences dont l'Ouverture d'une voie d'infection aux parasites et aux maladies végétales, et création d'une lésion (section des vaisseaux appauvrissant la plante en sève) entraînant une destruction des tissus 5 à 10 fois plus importante que la prise de nourriture elle même.
- Souillure des surfaces foliaires par les déjections déposées. La photosynthèse en est perturbée. Les dégâts réels sont difficiles à quantifier; ils dépendent aussi du pouvoir de récupération de l'espèce végétale. Ce dernier est en relation avec l'état physiologique et phénologique de la plante au moment de l'attaque.

6.2.- Importance économique

Le criquet pèlerin occupe une importance particulière suite aux caractéristiques qu'il possède entre autre sa grande mobilité, sa voracité, la fréquence élevée de ses invasions ainsi que sa large distribution. Etant phytophage, les dommages imputables se manifestent à différents stades de développement. 8 % des dommages sont dus aux larves, 69 % aux insectes immatures et 23 % aux essaims d'insectes adultes (NUREIN, 1989). En Algérie, en 1866, les pertes ont été estimées à 19.652.981 de francs français (équivalent de 52 millions d'euros de 2003). En 1941 en Libye, les criquets ont totalement endommagé un million de pieds de vignes (LECOQ et *al.*, 2003). Les pertes au niveau mondial sont estimées à 15 millions de Livre Sterling en 1935, 30 millions en 1950, 45 millions en 1980, malgré les efforts de lutte (ZAFACK, 2004).

7.- Bilan de lutte antiacridienne

L'homme face aux intermittentes attaque et invasions des acridiens, a eu l'ingéniosité à toute une batterie de moyens de luttés: préventive, mécanique, écologique, chimique et biologique. La lutte antiacridienne s'effectue essentiellement à l'aide de pesticides chimiques. Cependant depuis quelques années, la tendance vise à développer beaucoup plus les méthodes biologiques pour des raisons essentiellement

environnementales (VINCENT et CODERRE, 1992; LOMER et PRIOR, 1992).

7.1.- Lutte préventive

La prévention est la seule stratégie de lutte contre le criquet pèlerin économiquement et écologiquement acceptable. De ce fait tous les moyens doivent être mis en œuvre pour empêcher que les effectifs du criquet pèlerin n'atteignent la masse critique de transiens au-delà de laquelle le processus de grégarisation généralisé devient inversible (POPOV et al., 1991). DURANTON et LECOQ (1990) mentionnent que l'objectif est d'éviter le départ d'invasion car une fois déclenchée, elle est très difficile à arrêter, même avec des opérations intensives de lutte curative, et alors le risque secondaire de traitement acaricides pour l'environnement sont considérables compte tenu de surfaces concernées. La stratégie de lutte préventive contre le criquet pèlerin se résume en trois étapes :

Les surveillances des conductions écologiques dans les aires potentielles de reproduction et de grégarisation,

L'organisation des prospections aériennes et terrestres dans les aires devenues potentiellement favorables à la suite des précipitations abondantes

La lutte contre toutes les populations des criquets pèlerins dépassant un certain seuil, principalement dans les biotopes réputés constituer des foyers grégarigènes (DURANTON et LECOQ, 1990).

7.2.- Lutte mécanique

Les méthodes de lutte mécanique contre les acridiens sont les plus anciennes (DURANTON et al., 1982). Ces méthodes consistent à creuser des tranchées pour que les larves y tombent ou à les balayer avec des branchages. Elles sont parfois utilisées, en dernier recours, pour essayer de protéger la culture. Elles peuvent éviter quelques dégâts si l'infestation acridienne est légère mais elles ont peu d'effet sur la population acridienne totale de la région et elles peuvent échouer à protéger les cultures quand de nombreux criquets envahissent les champs de façon continue. Il arrive qu'on bêche ou on laboure les champs de ponte. Mais il est difficile de trouver un grand nombre de champs de ponte sans disposer d'une très bonne information sur les sites de ponte des essaims (DOBSON, 2001).

7.3.- Lutte écologique

La lutte écologique consiste à utiliser tous les moyens naturels pour empêcher la pullulation d'une espèce ravageuse, par exemple, en modifiant l'environnement de l'acridien dans un sens qui lui est défavorable (LETCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). DURATON et *al.* (1987) citent :

- l'inondation temporaire de certains sites de reproduction;
- le labourage des sols indures;
- la reforestation des clairières ;
- les semis des plantes répulsives ;
- la suppression des jachères.

L'inconvénient de cette forme de lutte réside dans la difficulté de son application à grande échelle.

7.4.- Lutte chimique

La lutte chimique consiste à atteindre les criquets ravageurs directement ou indirectement (par empoisonnement de la végétation), au moyen de substances actives, naturelles ou de synthèse, pour les tuer ou les faire fuir (DURANON et *al.*, 1987). La lutte chimique actuellement est la seule arme disponible pour traiter les fléaux acridiens de grande ampleur à l'échelle locale, nationale et internationale. Néanmoins, elle doit être employée à bon escient et les traitements doivent être réalisés dans le respects des règles de bon usage (LAUNOIS LUONG et *al.*, 1988). Pour tuer les criquets, il faudrait utiliser les produits les plus spécifiques des organismes cibles, tout en choisissant ceux qui sont aussi peu dangereux que possible pour l'homme et le milieu. Malheureusement, les insecticides ne sont jamais strictement acridicides (qui ne tuent que les acridiens) et l'on prend toujours le risque de détruire les pollinisateurs (auxiliaires indispensables à la fécondation de nombreuses plantes), les coprophages (reminéralisation du sol par enfouissement et transformation de la matière organique contenue dans les excréments du bétail) et bien d'autres insectes dont le rôle est si essentiel aux agrosystèmes.

En Algérie, les pesticides utilisés dans lutte antiacridienne appartiennent principalement à trois classes chimiques: composés organiques du phosphore, carbamates et pyrèthrinoides (KHIDER, 1999). Deux formulations sont utilisées dans la lutte antiacridienne, la formulation ULV (ultra bas volume) et la formulation EC (conventionnel emilisionable). La formulation ULV est utilisé en dehors des zones

cultivées, dans les oueds et les hamadas en plein désert, vue sa grande phytotoxicité. Tandis que dans les zones cultivées, il est préconisé d'utiliser la formulation EC, qui nécessite son mélange avec l'eau ce qui est disponible dans les exploitations agricoles, contrairement dans les zones désertique en plus de sa faible phytotoxicité.

7.5.- Lutte biologique

L'idée d'utiliser les ennemis naturels pour lutter contre les criquets est très ancienne car, en conditions naturelles, les acridiens sont la proie de quantités de prédateurs et hôte de parasite et de maladies. Bien que l'action des agents biologiques soit discrète et ponctuelle comparée aux effets des facteurs climatiques, il arrive que localement, les acridiens puissent être totalement éliminés par leurs ennemis naturels (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997). La lutte biologique consiste généralement à l'utilisation contrôlée d'ennemis naturels contre un organisme pour le détruire entièrement ou au moins limiter son expansion démographique (DURANTON et *al.*, 1987).

7.5.1.- Actions des ennemis naturels

La lutte biologique contre les orthoptéroïdes nuisibles en particulier les acridiens s'exerce principalement par l'utilisation de leurs ennemis naturels: parasites, prédateurs et agents pathogènes (KEVAN, 1992 et GREATHEAD et *al.*, 1974), aussi certaines plantes possèdent des propriétés ouacridifuges (LOMER et PRIOR 1992).

7.5.1.1.- Parasites

Les larves et les imagos des acridiens sont parasités par des mouches des familles suivant: *Tachinidae*, *Nemestrinidae*, *Sarcophagidae* et surtout par des nématodes de la famille de *Nermithidae* (GREATHEAD et *al.*, 1994) des acariens ectoparasites sont souvent observés sur les criquets en Algérie. Ils appartiendraient à l'espèce *Thrombidium parasitica* (DOUMANDJI et DOUMANDJI –MITICHE, 1994).

7.5.1.2.- Prédateurs

- Invertébrés

GREATHEAD *et al.* (1994) mentionnent les scorpions, les punaises, les mouches, les galéodes, les mantes et les guêpes parmi les prédateurs, des larves et des imagos. DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994) ont énuméré un certain nombre d'invertébrés prédateurs des acridiens en Algérie. La liste comprend : *Androchonus austeralis* et *A. amoreuxi* ennemis potentiels de *S ; gregaria* au Sahara, et dont KARA (1997) a fait également mention dans la région d'Adrar; *Galeodes Arabs*, *Riventina fasciata*, *Sphodromantis viridis*, *Mantis religiosa* et *Empusa pennata*.

-Vertébrés

Selon TRINCHERI (1916) et HARRIS (1841) cités par KEVAN (1992) les chinois ont été les premiers à utiliser les oiseaux domestique (poules, canards et dindons) dans la lutte contre le criquet locuste, puis les européens et les américains TRINCHERI (1916) rapporté par KEVAN (1992) a signalé l'utilisation des porcs domestiques pour lutter contre les acridiens dans diverses régions d'Europe, d'Afrique du Nord et des Etats Unis d'Amérique. L'utilisation des extraits végétaux à base de deux méliacées, *Azadirachta indica* (Margousier ou Neem) et *Melia volkensii*, connus depuis longtemps pour leurs effets répulsifs et antiappétants contre les insectes, présentent également des propriétés antiacridiennes intéressantes. Des extraits de fruits, de feuillages ou d'écorce protègent efficacement les cultures des attaques d'acridiens. Appliqués directement sur des larves et sur des imagos de criquets pèlerins, ils provoquent une mortalité élevée au bout de deux semaines, retardent la croissance et la maturation sexuelle, réduisent considérablement le taux de reproduction, et provoquent de nombreuses malformations. Ces produits sont biodégradables et ne sont pas nocifs pour l'homme et l'environnement. Par ailleurs, il reste cependant à résoudre des problèmes importants concernant la production de masse de ces extraits (masse végétale nécessaire pour traiter un hectare infesté), le coût de récolte et d'extraction élevé ainsi que les homologations (LECOQ *et al.*, 2003).

7.5.2.- Plante acridifuges ou acridicides

L'idée d'utilisé les plantes dans le cadrée de lutte contre les prédateurs n'est pas nouvelle beaucoup de travaux font état de la possibilité d'utiliser les substances

insecticides ou antiappétantes contenues dans les végétaux en lutte biologique contre les insectes nuisibles (WILPS et *al.*, 1992). Les plantes refusées par les acridiens appartiennent à plusieurs familles botaniques. RUNGS (1946) cité par DOUMANDJI et DOUMADJI-MITICHE (1994) signale l'action toxique d'*Eucalyptus occidentalis* var oranaise et de *Quercus suder*. Des essaims de *S. gregaria* ont été retrouvés morts le lendemain après avoir dévorés les familles et les jeunes pousses de ces plantes. Dans le tableau 04 établi à partir des données de divers auteurs figure une liste des plantes et leurs effets sur les acridiens notamment le criquet pèlerin.

Tableau 04: Plantes et leurs effets sur *Schistocerca gregaria*
(ABBASSI et al, 2003 cité par KEMASSI, 2008)

Groupe	Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Action
D I C O T Y L E D O N E S	<i>Méliaceae</i>	<i>Melia azerdarach</i> L.	Mélia	Répulsif et toxique
		<i>Melia volkensii</i> Gurke	Mélia	Répulsif et toxique
		<i>adirachta indica</i> Juss.	Neem	Répulsif et toxique, antiappétant
	<i>Oléaceae</i>	<i>Olea europea</i> L	Olivier	Répulsif (L ₁ et L ₂), stérilité des femelles, mue anormale
	<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus aurantium</i> L.	Bigaradier	Retarde la ponte fécondité réduite
	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Schimus molle</i> L.	Faux poivrier	Stérilité chez les femelles; mue réduite
	<i>Rutaceae</i>	<i>Cestrum parquii</i> L.	Cestreau	Toxique
	<i>Asteraceae</i>	<i>Inule viscosa</i> L.	Inule visqueuse	Anti-appétant
	<i>Apocynaceae</i>	<i>Nerium oleander</i> L.	Laurier-rose	Toxique
	<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> L.	Eucalyptus	Anti-appétant
		<i>E. occidentalis</i> L.	Eucalyptus	Toxique
	<i>Fabaceae</i>	<i>Quercus suber</i> L.	Chêne liège	Toxique
	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Citrillus colocynthsi</i> Schrad.	Coloquinte	Toxique
	<i>Aizoaceae</i>	<i>Glinus lotoides</i> L.	Glinus faux lotus	Répulsif toxique
	<i>Asclepiadaceae</i>	<i>Calotropis procera</i> Aiton.	Pommier de Sodome	Anti-appétant, toxique et antifertilisant
<i>Zygophyllaceae.</i>	<i>Peganum harmala</i> L. <i>Zygophyllum gaetulum</i> Emb. et Maire Juby	Harmel	toxique et Antifertilisant	
MONO COTY L EDON E	<i>Liliaceae</i>	<i>Scilla maritima</i> L.	Scille Maritime	Répulsif

1. – Matériels et méthodes utilisés sur le terrain

Pour la présente étude, trois parcelles situées dans deux stations d'étude sont choisies. Dans chacune d'elles des prélèvements floristiques et de la faune orthoptérologique sont effectués durant la période d'étude. La présente étude recherche à recenser les espèces acridiennes dans les parcelles qui sont représentatives de trois catégories de cultures dont les cultures maraichères, la palmeraie et la céréaliculture sous pivots, ainsi que la flore associée à chaque types de cultures. Il est recherché de même la distribution spatiotemporelle, mais aussi l'état phasaire et le régime alimentaire du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* dans ses différents biotopes.

1.1. – Choix des stations d'étude

Il est admis qu'en prospection acridienne, l'échantillonnage repose sur le choix des sites représentatifs, dans un échantillonnage fidèle aux conditions du milieu parce qu'il n'est pas facile de couvrir des vastes étendus surtout au Sahara où le milieu est ouvert et les conditions apparaissent plus ou moins homogènes (Duranton et *al.*, 1982). Selon la littérature, en acridologie le choix des stations d'étude est fait en fonction du type de distribution des pluies, des reliefs, des crues d'oueds, de la végétation, du microclimat et surtout des manifestations acridiennes (OULD EL HADJ, 2004). Le présent travail s'est déroulé dans la région d'Adrar. Deux stations sont choisies en fonction de la variabilité culturale, les deux stations ont les mêmes caractéristiques pédologiques, hydriques et climatiques, ceux-ci permettent une analyse de l'effet de la variabilité du couvert végétal sur l'acridofaune et son impact sur la bioécoéthologie du Criquet pèlerin. La première station est située dans la région du Touat et l'autre dans la région de Tidikelt. Elles sont connues durant cette dernière décennie pour une intensification des activités agricoles, notamment céréalières et maraichères. Le choix des stations se justifie, car ce sont des biotopes servant d'habitat et de nourriture aux acridiens dont *Schistocerca gregaria*. L'échantillonnage est réalisé dans deux stations, la première est la station de Moulay Nadjem et la seconde est la palmeraie d'Aoulef.

1.1.1.- Station Moulay Nadjem

Elle est située à 120 km au Sud de la ville d'Adrar et à une altitude de 390 m (KHIDER, 1999). Les coordonnées géographiques sont 27° 04' N 0° 08' W. La ferme se situe dans les périmètres de la mise en valeur où se rencontre plusieurs systèmes de

culture; des céréales (blé dur, blé tendre, orge, avoine) irrigués sous pivots, des cultures maraichères (tomate, courgette, etc.) en planche irriguée par le système goutte à goutte. L'élevage des bovins, des ovins et des camelins est pratiqué dans la ferme d'une superficie d'environ 2000 ha. Toutefois, la spéculation demeure la céréalière occupant près de 12 pivots couvrant 33 ha chacun ce qui donne un total de 500 ha (photo 7 et 8).

1.1.2.- Palmeraie d'Aoulef

Elle se situe à 240 km au Sud-Est du centre de la wilaya d'Adrar. Elle est à une altitude de 273 m. Les coordonnées géographiques sont 26° 57' N et 1° W. Cette palmeraie est caractérisée comme toutes les palmeraies du pays par une activité oasienne traditionnelle voisinée par des cultures annuelles intercalaires comme les céréales (blé, orge, avoine, etc.) et les cultures maraichère (tomate, piment, oignon, ail, pomme de terre, et.). Cette palmeraie est caractérisée par une diversité variétale. Elle se compose de plusieurs cultivars de dattiers. La variété la plus abondante est la variété de Tegazza. Le système d'irrigation pratiqué est par submersion alimentée par le Foggara et les puits artisanaux (photo 9 et 10).

1.2.- Echantillonnage des acridiens

L'objet de l'échantillonnage est d'obtenir une image instantanée de la structure de la population acridienne (VOISIN, 1986). Différentes méthodes de capture peuvent être utilisées pour les acridiens, dont la capture au filet fauchoir, le dénombrement le long d'un transect, la méthode des quadrats, l'utilisation du biocénomètre et les pièges lumineux. Pour la présente étude, il est adopté la technique employée par VOISIN (1980), qui consiste à récolter au filet fauchoir un échantillon d'acridiens suffisamment grand pour assurer la représentativité de l'échantillonnage. Il est utilisé un filet fauchoir pour récolter le maximum d'individus de *Schistocerca gregaria*. Les individus récoltés sont mis dans des sachets en plastique sur lesquels la date, le lieu de capture ainsi que le nom de la station sont mentionnés. Afin d'étudier leur régime alimentaire, les individus du Criquet pèlerin capturés sont mis à jeun pendant 24 heures pour vider leur contenu stomacal. Les fèces ainsi obtenus sont ensuite récupérés dans un cornet de papier sur lequel est mentionné toutes les informations relatives à l'individu dont le sexe, la date de capture, la station, la parcelle et le stade de développement. Ils sont transportés et analysés au laboratoire.



Photo 7- Parcelle de tomate en plein champs irriguée par goutte à goutte (station de Moulay El Nedjem) (original).



Photo 8- Parcelle de blé dur en épiaison irrigué sous pivot (station de Moulay El Nedjem) (original).



Photo 9- Parcelle de blé (palmeraie d'Aoulef) (original)



Photo 10- Parcelle de culture maraichère (palmeraie d'Aoulef) (original)

1.2.1.- Captures au filet fauchoir

Plusieurs auteurs se sont intéressés à cette technique. Il faut citer à titre d'exemples DREUX (1962 et 1972), VOISIN (1979, 1980 et 1986) et LEGALL (1989). Le filet fauchoir est un matériel qui sert pour capturer les orthoptères ainsi que d'autres insectes exposés sur la végétation (BENKHELIL, 1992). Il permet de récolter un échantillon d'acridiens suffisamment grand pendant un temps déterminé qui varie selon la richesse du milieu. A l'aide d'un filet fauchoir, on frappe vigoureusement la strate herbacée à sa base plusieurs fois. Le nombre de coups donnés avec le filet fauchoir est de 9 à 10 fois (BAZIZ, 2002).

1.2.2.- Évaluation des densités de larves et des imagos

Il est utilisé la méthode des comptages à vue sur carré de 1 mètre de côté (1 m²). Elle consiste à compter tous les criquets observés dans un carré (aux contours estimés) de 1 mètre de côté situé à quelques mètres devant soi et à répéter l'opération un certain nombre de fois (fig. 9). Il est On procédé comme suit:

- Délimiter le site de prospection en choisissant une surface homogène d'après l'aspect de la végétation;
- Choisir a priori, à l'intérieur du périmètre à prospector, le parcours que l'on va effectuer pour réaliser la série de comptages. Cette précaution permet de ne pas être influencée par la situation acridienne qui sera observée ;
- Commencer la série de comptages :

* Repérer mentalement un carré de 1 mètre de côté à environ 5 mètres devant soi. S'aider éventuellement de repères naturels (touffes de végétation, cailloux) pour bien fixer les limites du carré à observer. Les débutants devront d'abord s'entraîner à bien délimiter au sol, par la pensée, des carrés de un mètre de côté en utilisant, au début, un cadre étalon en bois jeté devant eux. Veiller également à délimiter ce carré à une distance suffisante de façon à ce que les criquets présents dans le carré ne soient pas perturbés par l'approche de l'observateur. La distance de 5 mètres est donnée ici à titre indicatif mais elle peut varier en plus ou en moins, notamment en fonction de la température de l'air et du couvert végétal.

* Avancer lentement vers le carré et compter au fur et à mesure de l'approche toutes les larves qui sautent de l'intérieur du carré et uniquement celles-ci. Il est ignoré celles qui se

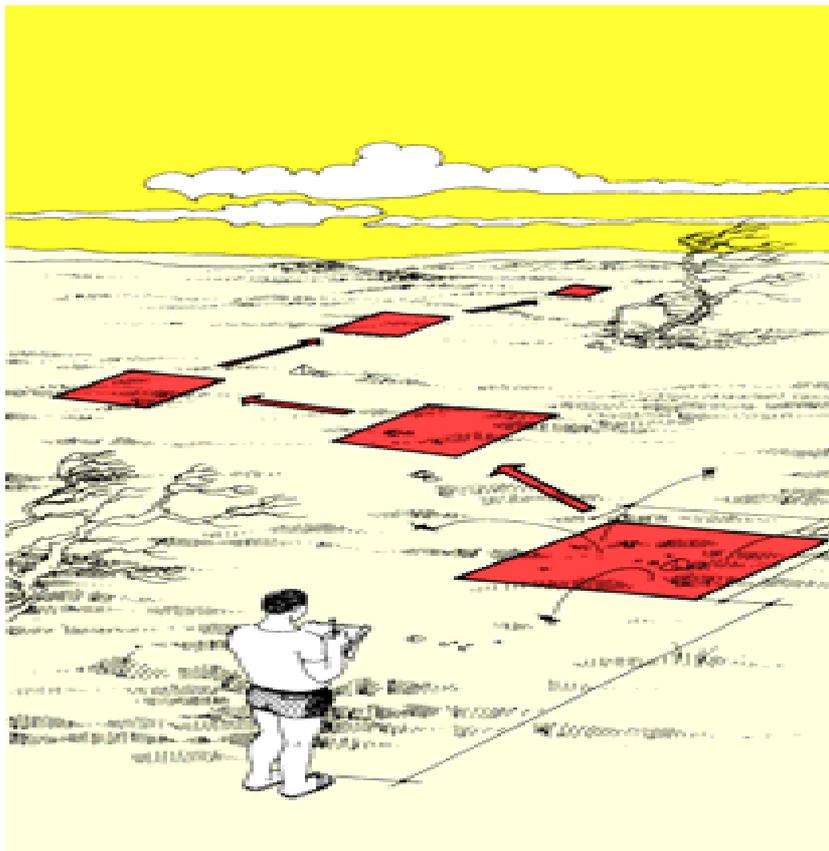


Fig. 9- Evaluation des densités de larves
(LECOQ et MESTRE, 1988)

trouvent à l'extérieur. Une fois arrivé dans le carré, on finira de fouiller la végétation avec les pieds pour bien repérer toutes les larves qui pourraient encore s'y trouver.

* Noter le nombre de larves observées.

* Répéter l'opération. Une fois le comptage terminé pour le premier carré, on recommencera en délimitant un deuxième carré à environ 5 mètres devant soi. Il est réalisé ainsi au moins 50 comptages le long d'un itinéraire de prospection défini au départ (LECOQ et MESTRE, 1988).

1.2.3- Conservation des criquets

Les individus du criquet pèlerin sont capturés au filet fauchoir ou à la main en fonction des conditions du milieu. Ils sont isolés individuellement dans des sachets en plastiques pendant 24 heures (séparé entre les mâles et les femelles), temps suffisant pour qu'ils vident leur tube digestif. Les fèces sont conservées dans des cornets en papier portant la date, le lieu de capture et le sexe de l'individu.

1.2.4 - Récolte et conservation des plantes

Les relevés floristiques sont effectués dans les deux stations d'étude et durant toutes les périodes d'échantillonnages. Pour chaque espèce végétale considérée, la densité et le stade phénologique sont notés, ainsi qu'une partie de la plante ou bien la plante entière est prélevée qui est utilisé par la suite dans la préparation de l'épidermothèque de référence qui sert dans les études de régime alimentaire de *Schistocerca gregaria*.

2- Matériels et méthodes utilisés au laboratoire

Une fois au laboratoire, les indices morphométriques et l'étude du régime alimentaire sont étudiés.

2.1- Etude morphométrique de *Schistocerca gregaria*

Pour l'étude morphométrique, trois mesures morphologiques sont suffisantes pour caractériser l'état phasaire d'une population acridienne (locustes). Il s'agit de la longueur de l'élytre (E), de la longueur du fémur postérieur (F3), de la largeur maximale de la capsule céphalique (C) Ces mesures sont effectuées à l'aide du papier millimétrique et ou grâce au pied à coulisse bien maniable. Les rapports E/F3 et F3/C sont par la suite

calculés pour les deux sexes. Les rapports morphométriques de la population de *S. gregaria* recensée dans les différentes stations seront comparés avec les valeurs morphométriques de tableau de DIRSH (1953) et projetés dans l'abaque morphométrique proposé en 1945 par RINGS (DURANTON et LECOQ, 1990). Afin de pouvoir déterminer le caractère phasaire d'une population de locuste, ces mêmes mesures sont placées dans l'abaque morphométrique où les points qui se situent strictement à l'intérieur du rectangle solitaire correspondent à des individus solitaires types, celui qui se situe à l'intérieur du rectangle grégaire sont plutôt des grégaire types, quant aux individus situés entre les deux rectangles, ils correspondent à des transiens à divers degrés de transformation phasaire (Fig. 10 et 11).

2.2.- Méthode d'étude du régime alimentaire de *Schistocerca gregaria*

Pour l'étude du régime alimentaire d'un animal, plusieurs techniques sont proposées, parmi les quelles, celles proposées par BUTTET, 1985. Le principe de cette méthode repose sur une comparaison entre les structures microscopiques des cellules qui caractérisent les fragments végétaux des espèces consommées par le phytophage et celui d'un catalogue de référence préparé à partir des espèces végétales inventoriées dans le site d'échantillonnage.

2.2.1.- Préparation des épidermothèques de référence

Ils sont réalisés à partir des parties aériennes (tiges, feuilles et fleurs) des plantes recensées sur le site d'échantillonnage après identification au laboratoire. Les épidermes sont préparés selon une technique BUTTET (1985) et elle est la même utilisée par PRAT (1935, 1960) BENHALIMA et al. (1984), MOHAMED SAHNOUN (1995), (KARA, 1997), OULD EL HADJ (2004), KEMASSI (2004). Les épidermes sont délicatement détachés des tissus sous-jacents avec des pinces fines (Fig. 10). Les épidermes ainsi obtenus sont mis à macérer dans l'eau de javel à 12%, pendant quelques secondes, pour les éclaircir et afin de mieux voir les structures des parois cellulaires. Après un rinçage dans de l'eau distillée, suivi des bains de quelques secondes dans de l'alcool à concentrations progressives (60%, 75% puis 95%), les épidermes ainsi traités sont conservés entre lame et lamelle dans du liquide de Faure. Enfin la préparation est passée sur une plaque chauffante, pour éliminer les bulles d'air. Sous microscope, il est observé les cellules des épidermes des plantes (Fig. 10).

P : longueur de pronotum

H : hauteur de pronotum

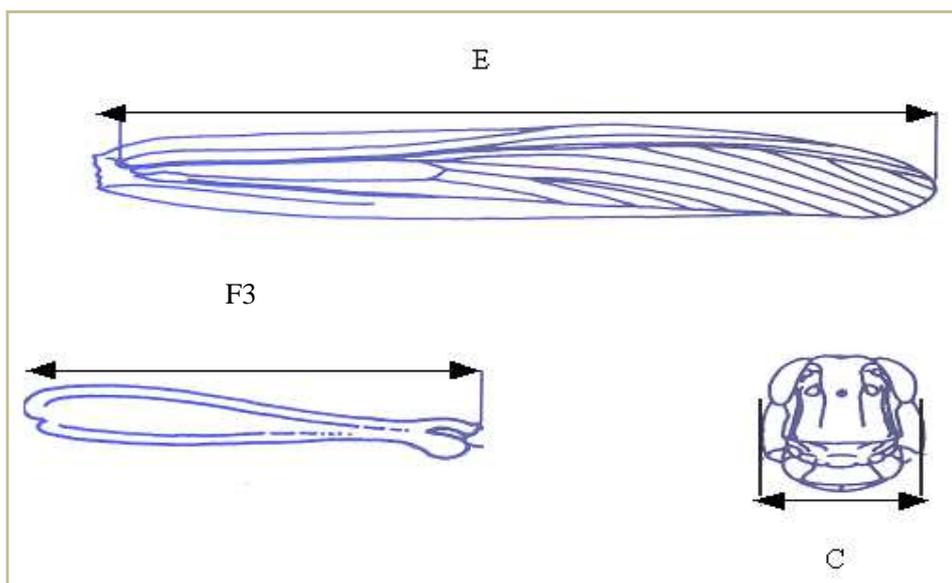
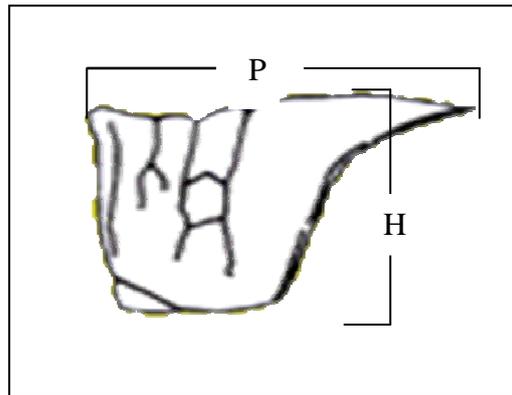


Fig. 10 - Schémas des mesures morphométriques DIRSH, 1953 cité par DURANTON et LECOQ, 1990) (E : longueur de l'élytre; F3 : longueur du fémur postérieur ; C : largeur céphalique)

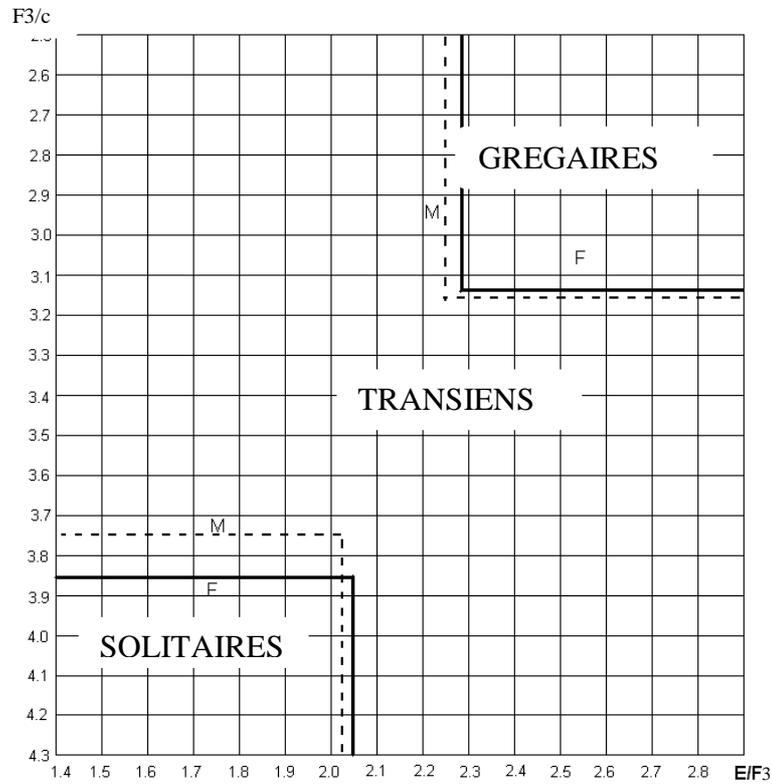


Fig. 11- Abaque morphométrique de *Schistocerca gregaria*
(DURANTON et LECOQ 1990)

M : mâle F : femelle

E : longueur de l'élytre; F3 : longueur du fémur postérieur ; C : largeur céphalique

2.2.2.- Analyse des fèces de *Schistocerca gregaria*

Les techniques d'analyse des fèces sont inspirées de la méthode de LAUNOIS-LUONG (1975) qui consiste à ramollir les échantillons dans de l'eau pendant 24 heures, ce qui permet de libérer les fragments sans les détériorer (fig. 12). Ensuite les fragments d'épidermes sont éclaircis dans l'hypochlorite de sodium durant quelques secondes à une minute, subissant ainsi une décoloration sans destruction apparente des épidermes. La suite des opérations est identique à celle utilisée pour tous les épidermes des plantes récoltées dans les deux stations.

3. - Méthodes d'exploitation des résultats

Pour l'exploitation des résultats, il est fait appel aux richesses totale et moyenne, à la fréquence relative des espèces végétales dans les fèces et aux méthodes statistiques.

3.1.- Etude de la densité des larves et des adultes

Les résultats permettent de connaître la densité des larves et des adultes sur un hectare, leurs statuts, et l'évolution de la population dans le temps. Selon DURANTON et *al.* (1982a) est calculée par la formule suivante :

$$D = (N/n) \times 10\ 000$$

- D: densité
- N: nombre total des imagos ou des larves dénombrés pour l'ensemble des carrés prospectés
- n : nombre des carres prospectés (20 carrées)
- 10 000 m² : surface totale de la parcelle d'échantillonnage (1ha)

3.2.- Etude du type de répartition par l'analyse de la variance δ^2

Pour DAJOZ (1983), les individus qui constituent une population peuvent présenter divers types de répartition spatiale qui traduit leurs réactions vis-à-vis des divers facteurs tels que la recherche de la nourriture, les conditions physiques favorables, les réactions de la compétition. La connaissance du mode de répartition des être vivants est utile lorsqu'on veut évaluer la densité de la population par échantillonnage. On détermine la

répartition des individus par la formule suivante :

$$\delta^2 = \frac{\sum(x - m)^2}{n - 1}$$

- δ^2 : variance

- N: nombre des prélèvements

- m: nombre moyen d'individus dans chaque prélèvement

Si : $\delta^2/m < 1$ la répartition de type régulier

$\delta^2/m = 0$ la répartition de type uniformes

$\delta^2/m = 1$ la répartition de type aléatoire

$\delta^2/m > 1$ la répartition de type contagieuse

3.3.- Richesse totale

La richesse totale (S) est le nombre des espèces trouvées dans un échantillon (BLONDEL, 1979). Et d'après RAMADE (1984), elle correspond au nombre total de toutes les espèces observées au cours de N relevés.

$$S = sp_1 + sp_2 + sp_3 + \dots + sp_n$$

S est le nombre total des espèces observées

sp_1, sp_2, sp_3 sont les espèces observées

Le calcul de cet indice écologique sert à estimer la richesse totale en espèces acridiennes, dans les stations d'étude au cours d'un ensemble d'échantillonnages (OULD EL HADJ, 2004).

Dans le cas de l'étude du régime alimentaire des acridiens, 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 (MÜLLER, 1985).

3.4.- Richesse moyenne

La richesse moyenne (S_m) correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés (RAMADE, 1984). Selon BLONDEL (1979), la richesse totale d'un peuplement présente l'inconvénient de donner un même poids à toutes les espèces quelle que soit l'abondance. C'est pourquoi la richesse moyenne est calculée. Elle est donnée par la formule :

$$S_m = \frac{k_1}{N}$$

K_1 : Somme de richesses totales obtenues à chaque relevé.

N : Nombre de relevés

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.

3.5.- Fréquence centésimale annuelle et mensuelle

C'est le pourcentage des individus d'une espèce i prise en considération par rapport au total des individus, toutes espèces confondues, la fréquence relative peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble de prélèvement d'une biocénose (DIAZO, 1971). Elle est représentée par la formule suivante:

$$F = \frac{n_i}{\sum n} 100$$

n_i : Nombre des individus de l'espèces i prise en considération

$\sum n$: Ensemble des individus toutes espèces confondues

La fréquence centésimale permet d'estimer le nombre de fois où une espèce de céralifères est constatée par rapport à 100. Elles sont importantes à connaître en prospection acridiennes, car elles confirment les résultats relatifs à l'abondance.

3.6.- Etude qualitative de régime alimentaire et fréquence d'occurrence

Selon DIAZO (1971), la diversification des régimes alimentaires est à l'origine de nombreuses adaptations morphologiques, physiologiques et écologiques. La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de fèces contenant l'espèce i prise en considération au nombre total des fèces (DIAZO, 1983). OBRIEL et HOLISOVA cités par TARAÏ (1991), définissent la fréquence d'occurrence comme étant l'apparition d'un fragment végétal donné dans les échantillons. Selon BUTTET (1985), le principe consiste à noter la présence ou l'absence des végétaux dans les fèces, elle est exprimée comme suit :

$$F(i) \% = (ni / N) \times 100$$

F(i) % : Fréquence d'occurrence des épidermes végétaux contenus dans les fèces, exprimée en pourcentage

ni : Nombre de fois où le fragment de l'espèce végétale (i) est présent dans les fèces

N : Nombre total des fèces examinées

1. – Matériels et méthodes utilisés sur le terrain

Pour la présente étude, trois parcelles situées dans deux stations d'étude sont choisies. Dans chacune d'elles des prélèvements floristiques et de la faune orthoptérologique sont effectués durant la période d'étude. La présente étude recherche à recenser les espèces acridiennes dans les parcelles qui sont représentatives de trois catégories de cultures dont les cultures maraichères, la palmeraie et la céréaliculture sous pivots, ainsi que la flore associée à chaque types de cultures. Il est recherché de même la distribution spatiotemporelle, mais aussi l'état phasaire et le régime alimentaire du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* dans ses différents biotopes.

1.1. – Choix des stations d'étude

Il est admis qu'en prospection acridienne, l'échantillonnage repose sur le choix des sites représentatifs, dans un échantillonnage fidèle aux conditions du milieu parce qu'il n'est pas facile de couvrir des vastes étendus surtout au Sahara où le milieu est ouvert et les conditions apparaissent plus ou moins homogènes (Duranton et *al.*, 1982). Selon la littérature, en acridologie le choix des stations d'étude est fait en fonction du type de distribution des pluies, des reliefs, des crues d'oueds, de la végétation, du microclimat et surtout des manifestations acridiennes (OULD EL HADJ, 2004). Le présent travail s'est déroulé dans la région d'Adrar. Deux stations sont choisies en fonction de la variabilité culturelle, les deux stations ont les mêmes caractéristiques pédologiques, hydriques et climatiques, ceux-ci permettent une analyse de l'effet de la variabilité du couvert végétal sur l'acridofaune et son impact sur la bioécoéthologie du Criquet pèlerin. La première station est située dans la région du Touat et l'autre dans la région de Tidikelt. Elles sont connues durant cette dernière décennie pour une intensification des activités agricoles, notamment céréalières et maraichères. Le choix des stations se justifie, car ce sont des biotopes servant d'habitat et de nourriture aux acridiens dont *Schistocerca gregaria*. L'échantillonnage est réalisé dans deux stations, la première est la station de Moulay Nadjem et la seconde est la palmeraie d'Aoulef.

1.1.1.- Station Moulay Nadjem

Elle est située à 120 km au Sud de la ville d'Adrar et à une altitude de 390 m (KHIDER, 1999). Les coordonnées géographiques sont 27° 04' N 0° 08' W. La ferme se situe dans les périmètres de la mise en valeur où se rencontre plusieurs systèmes de

culture; des céréales (blé dur, blé tendre, orge, avoine) irrigués sous pivots, des cultures maraichères (tomate, courgette, etc.) en planche irriguée par le système goutte à goutte. L'élevage des bovins, des ovins et des camelins est pratiqué dans la ferme d'une superficie d'environ 2000 ha. Toutefois, la spéculation demeure la céréalière occupant près de 12 pivots couvrant 33 ha chacun ce qui donne un total de 500 ha (photo 7 et 8).

1.1.2.- Palmeraie d'Aoulef

Elle se situe à 240 km au Sud-Est du centre de la wilaya d'Adrar. Elle est à une altitude de 273 m. Les coordonnées géographiques sont 26° 57' N et 1° W. Cette palmeraie est caractérisée comme toutes les palmeraies du pays par une activité oasienne traditionnelle voisinée par des cultures annuelles intercalaires comme les céréales (blé, orge, avoine, etc.) et les cultures maraichère (tomate, piment, oignon, ail, pomme de terre, et.). Cette palmeraie est caractérisée par une diversité variétale. Elle se compose de plusieurs cultivars de dattiers. La variété la plus abondante est la variété de Tegazza. Le système d'irrigation pratiqué est par submersion alimentée par le Foggara et les puits artisanaux (photo 9 et 10).

1.2.- Echantillonnage des acridiens

L'objet de l'échantillonnage est d'obtenir une image instantanée de la structure de la population acridienne (VOISIN, 1986). Différentes méthodes de capture peuvent être utilisées pour les acridiens, dont la capture au filet fauchoir, le dénombrement le long d'un transect, la méthode des quadrats, l'utilisation du biocénomètre et les pièges lumineux. Pour la présente étude, il est adopté la technique employée par VOISIN (1980), qui consiste à récolter au filet fauchoir un échantillon d'acridiens suffisamment grand pour assurer la représentativité de l'échantillonnage. Il est utilisé un filet fauchoir pour récolter le maximum d'individus de *Schistocerca gregaria*. Les individus récoltés sont mis dans des sachets en plastique sur lesquels la date, le lieu de capture ainsi que le nom de la station sont mentionnés. Afin d'étudier leur régime alimentaire, les individus du Criquet pèlerin capturés sont mis à jeun pendant 24 heures pour vider leur contenu stomacal. Les fèces ainsi obtenus sont ensuite récupérés dans un cornet de papier sur lequel est mentionné toutes les informations relatives à l'individu dont le sexe, la date de capture, la station, la parcelle et le stade de développement. Ils sont transportés et analysés au laboratoire.



Photo 7- Parcelle de tomate en plein champs irriguée par goutte à goutte (station de Moulay El Nedjem) (original).



Photo 8- Parcelle de blé dur en épiaison irrigué sous pivot (station de Moulay El Nedjem) (original).



Photo 9- Parcelle de blé (palmeraie d'Aoulef) (original)



Photo 10- Parcelle de culture maraichère (palmeraie d'Aoulef) (original)

1.2.1.- Captures au filet fauchoir

Plusieurs auteurs se sont intéressés à cette technique. Il faut citer à titre d'exemples DREUX (1962 et 1972), VOISIN (1979, 1980 et 1986) et LEGALL (1989). Le filet fauchoir est un matériel qui sert pour capturer les orthoptères ainsi que d'autres insectes exposés sur la végétation (BENKHELIL, 1992). Il permet de récolter un échantillon d'acridiens suffisamment grand pendant un temps déterminé qui varie selon la richesse du milieu. A l'aide d'un filet fauchoir, on frappe vigoureusement la strate herbacée à sa base plusieurs fois. Le nombre de coups donnés avec le filet fauchoir est de 9 à 10 fois (BAZIZ, 2002).

1.2.2.- Évaluation des densités de larves et des imagos

Il est utilisé la méthode des comptages à vue sur carré de 1 mètre de côté (1 m²). Elle consiste à compter tous les criquets observés dans un carré (aux contours estimés) de 1 mètre de côté situé à quelques mètres devant soi et à répéter l'opération un certain nombre de fois (fig. 9). Il est On procédé comme suit:

- Délimiter le site de prospection en choisissant une surface homogène d'après l'aspect de la végétation;
- Choisir a priori, à l'intérieur du périmètre à prospecter, le parcours que l'on va effectuer pour réaliser la série de comptages. Cette précaution permet de ne pas être influencée par la situation acridienne qui sera observée ;
- Commencer la série de comptages :

* Repérer mentalement un carré de 1 mètre de côté à environ 5 mètres devant soi. S'aider éventuellement de repères naturels (touffes de végétation, cailloux) pour bien fixer les limites du carré à observer. Les débutants devront d'abord s'entraîner à bien délimiter au sol, par la pensée, des carrés de un mètre de côté en utilisant, au début, un cadre étalon en bois jeté devant eux. Veiller également à délimiter ce carré à une distance suffisante de façon à ce que les criquets présents dans le carré ne soient pas perturbés par l'approche de l'observateur. La distance de 5 mètres est donnée ici à titre indicatif mais elle peut varier en plus ou en moins, notamment en fonction de la température de l'air et du couvert végétal.

* Avancer lentement vers le carré et compter au fur et à mesure de l'approche toutes les larves qui sautent de l'intérieur du carré et uniquement celles-ci. Il est ignoré celles qui se

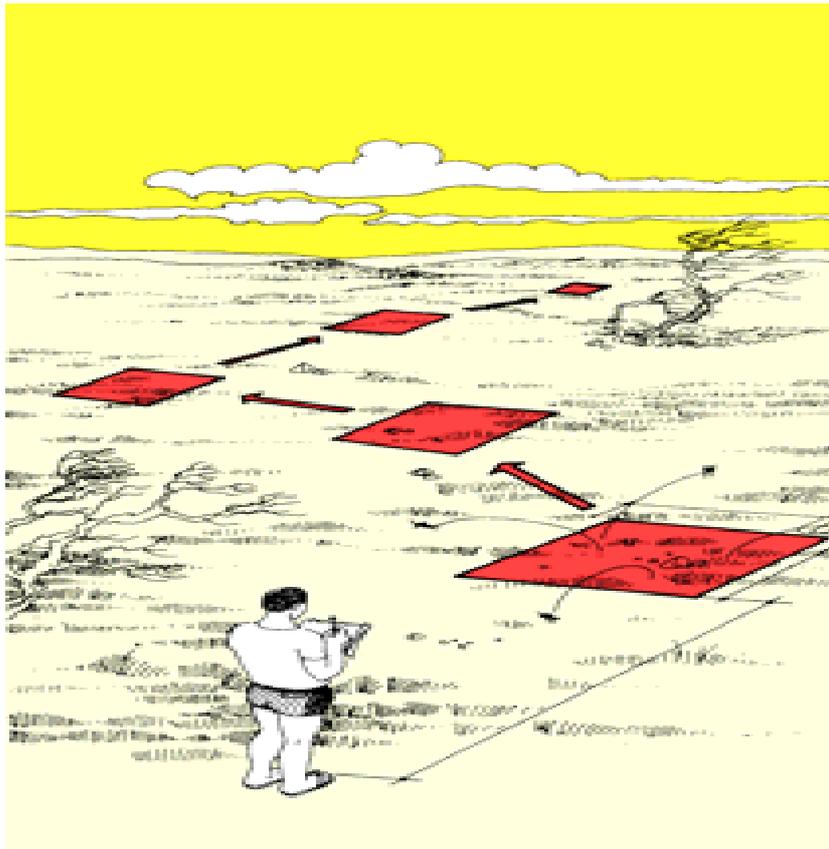


Fig. 9- Evaluation des densités de larves
(LECOQ et MESTRE, 1988)

trouvent à l'extérieur. Une fois arrivé dans le carré, on finira de fouiller la végétation avec les pieds pour bien repérer toutes les larves qui pourraient encore s'y trouver.

* Noter le nombre de larves observées.

* Répéter l'opération. Une fois le comptage terminé pour le premier carré, on recommencera en délimitant un deuxième carré à environ 5 mètres devant soi. Il est réalisé ainsi au moins 50 comptages le long d'un itinéraire de prospection défini au départ (LECOQ et MESTRE, 1988).

1.2.3- Conservation des criquets

Les individus du criquet pèlerin sont capturés au filet fauchoir ou à la main en fonction des conditions du milieu. Ils sont isolés individuellement dans des sachets en plastiques pendant 24 heures (séparé entre les mâles et les femelles), temps suffisant pour qu'ils vident leur tube digestif. Les fèces sont conservées dans des cornets en papier portant la date, le lieu de capture et le sexe de l'individu.

1.2.4 - Récolte et conservation des plantes

Les relevés floristiques sont effectués dans les deux stations d'étude et durant toutes les périodes d'échantillonnages. Pour chaque espèce végétale considérée, la densité et le stade phénologique sont notés, ainsi qu'une partie de la plante ou bien la plante entière est prélevée qui est utilisé par la suite dans la préparation de l'épidermothèque de référence qui sert dans les études de régime alimentaire de *Schistocerca gregaria*.

2- Matériels et méthodes utilisés au laboratoire

Une fois au laboratoire, les indices morphométriques et l'étude du régime alimentaire sont étudiés.

2.1- Etude morphométrique de *Schistocerca gregaria*

Pour l'étude morphométrique, trois mesures morphologiques sont suffisantes pour caractériser l'état phasaire d'une population acridienne (locustes). Il s'agit de la longueur de l'élytre (E), de la longueur du fémur postérieur (F3), de la largeur maximale de la capsule céphalique (C) Ces mesures sont effectuées à l'aide du papier millimétrique et ou grâce au pied à coulisse bien maniable. Les rapports E/F3 et F3/C sont par la suite

calculés pour les deux sexes. Les rapports morphométriques de la population de *S. gregaria* recensée dans les différentes stations seront comparés avec les valeurs morphométriques de tableau de DIRSH (1953) et projetés dans l'abaque morphométrique proposé en 1945 par RINGS (DURANTON et LECOQ, 1990). Afin de pouvoir déterminer le caractère phasaire d'une population de locuste, ces mêmes mesures sont placées dans l'abaque morphométrique où les points qui se situent strictement à l'intérieur du rectangle solitaire correspondent à des individus solitaires types, celui qui se situe à l'intérieur du rectangle grégaire sont plutôt des grégaire types, quant aux individus situés entre les deux rectangles, ils correspondent à des transiens à divers degrés de transformation phasaire (Fig. 10 et 11).

2.2.- Méthode d'étude du régime alimentaire de *Schistocerca gregaria*

Pour l'étude du régime alimentaire d'un animal, plusieurs techniques sont proposées, parmi les quelles, celles proposées par BUTTET, 1985. Le principe de cette méthode repose sur une comparaison entre les structures microscopiques des cellules qui caractérisent les fragments végétaux des espèces consommées par le phytophage et celui d'un catalogue de référence préparé à partir des espèces végétales inventoriées dans le site d'échantillonnage.

2.2.1.- Préparation des épidermothèques de référence

Ils sont réalisés à partir des parties aériennes (tiges, feuilles et fleurs) des plantes recensées sur le site d'échantillonnage après identification au laboratoire. Les épidermes sont préparés selon une technique BUTTET (1985) et elle est la même utilisée par PRAT (1935, 1960) BENHALIMA et al. (1984), MOHAMED SAHNOUN (1995), (KARA, 1997), OULD EL HADJ (2004), KEMASSI (2004). Les épidermes sont délicatement détachés des tissus sous-jacents avec des pinces fines (Fig. 10). Les épidermes ainsi obtenus sont mis à macérer dans l'eau de javel à 12%, pendant quelques secondes, pour les éclaircir et afin de mieux voir les structures des parois cellulaires. Après un rinçage dans de l'eau distillée, suivi des bains de quelques secondes dans de l'alcool à concentrations progressives (60%, 75% puis 95%), les épidermes ainsi traités sont conservés entre lame et lamelle dans du liquide de Faure. Enfin la préparation est passée sur une plaque chauffante, pour éliminer les bulles d'air. Sous microscope, il est observé les cellules des épidermes des plantes (Fig. 10).

P : longueur de pronotum

H : hauteur de pronotum

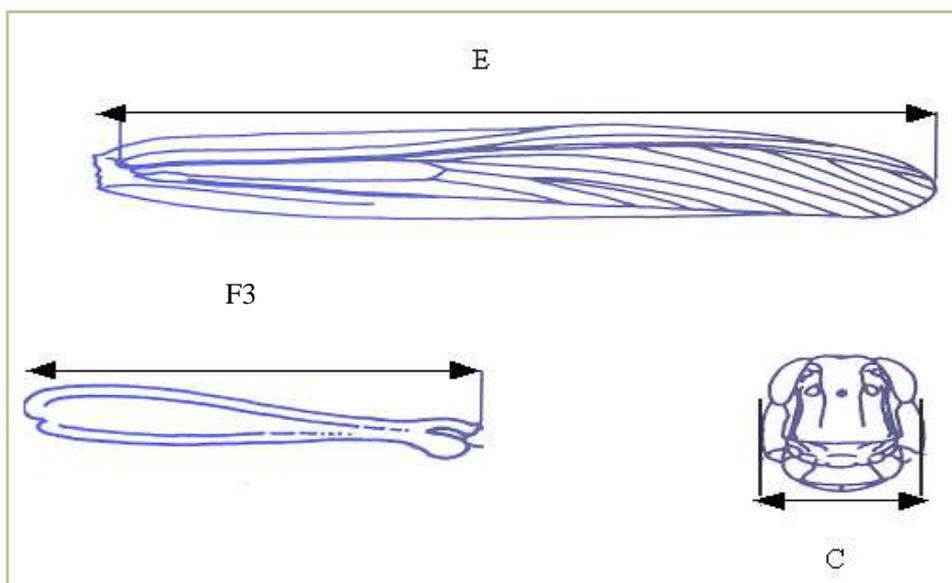
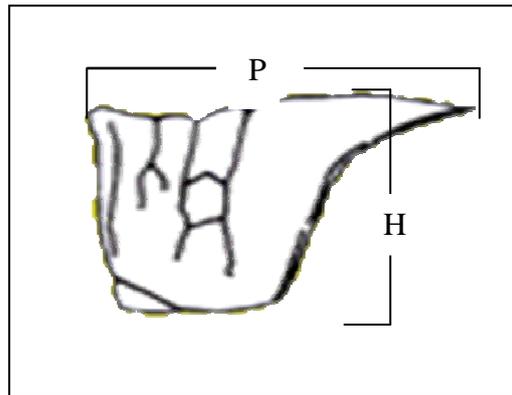


Fig. 10 - Schémas des mesures morphométriques DIRSH, 1953 cité par DURANTON et LECOQ, 1990) (E : longueur de l'élytre; F3 : longueur du fémur postérieur ; C : largeur céphalique)

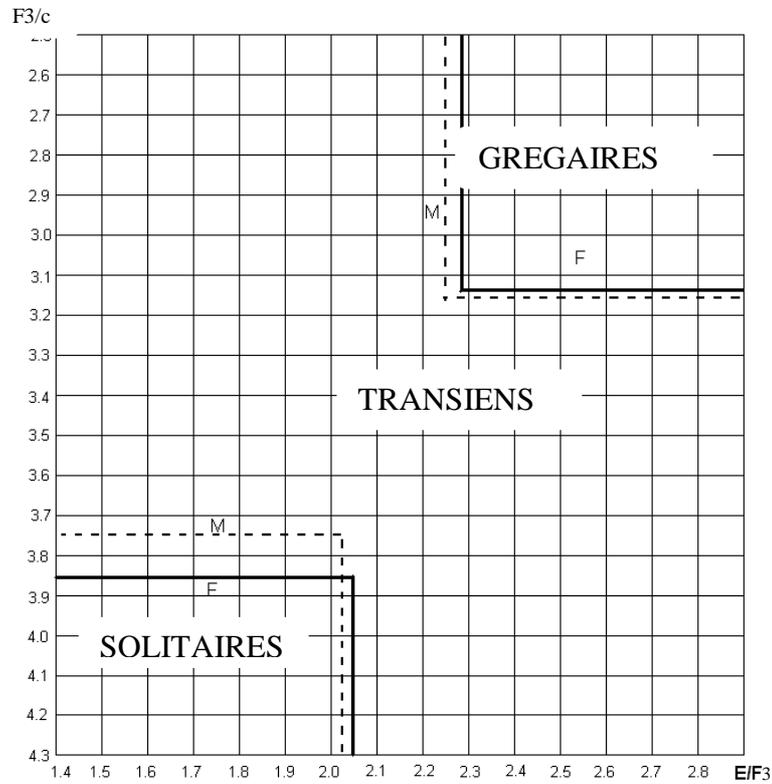


Fig. 11- Abaque morphométrique de *Schistocerca gregaria* (DURANTON et LECOQ 1990)

M : mâle F : femelle

E : longueur de l'élytre; F3 : longueur du fémur postérieur ; C : largeur céphalique

2.2.2.- Analyse des fèces de *Schistocerca gregaria*

Les techniques d'analyse des fèces sont inspirées de la méthode de LAUNOIS-LUONG (1975) qui consiste à ramollir les échantillons dans de l'eau pendant 24 heures, ce qui permet de libérer les fragments sans les détériorer (fig. 12). Ensuite les fragments d'épidermes sont éclaircis dans l'hypochlorite de sodium durant quelques secondes à une minute, subissant ainsi une décoloration sans destruction apparente des épidermes. La suite des opérations est identique à celle utilisée pour tous les épidermes des plantes récoltées dans les deux stations.

3. - Méthodes d'exploitation des résultats

Pour l'exploitation des résultats, il est fait appel aux richesses totale et moyenne, à la fréquence relative des espèces végétales dans les fèces et aux méthodes statistiques.

3.1.- Etude de la densité des larves et des adultes

Les résultats permettent de connaître la densité des larves et des adultes sur un hectare, leurs statuts, et l'évolution de la population dans le temps. Selon DURANTON et *al.* (1982a) est calculée par la formule suivante :

$$D = (N/n) \times 10\ 000$$

- D: densité
- N: nombre total des imagos ou des larves dénombrés pour l'ensemble des carrés prospectés
- n : nombre des carres prospectés (20 carrées)
- 10 000 m² : surface totale de la parcelle d'échantillonnage (1ha)

3.2.- Etude du type de répartition par l'analyse de la variance δ^2

Pour DAJOZ (1983), les individus qui constituent une population peuvent présenter divers types de répartition spatiale qui traduit leurs réactions vis-à-vis des divers facteurs tels que la recherche de la nourriture, les conditions physiques favorables, les réactions de la compétition. La connaissance du mode de répartition des être vivants est utile lorsqu'on veut évaluer la densité de la population par échantillonnage. On détermine la

répartition des individus par la formule suivante :

$$\delta^2 = \frac{\sum(x - m)^2}{n - 1}$$

- δ^2 : variance

- N: nombre des prélèvements

- m: nombre moyen d'individus dans chaque prélèvement

Si : $\delta^2/m < 1$ la répartition de type régulier

$\delta^2/m = 0$ la répartition de type uniformes

$\delta^2/m = 1$ la répartition de type aléatoire

$\delta^2/m > 1$ la répartition de type contagieuse

3.3.- Richesse totale

La richesse totale (S) est le nombre des espèces trouvées dans un échantillon (BLONDEL, 1979). Et d'après RAMADE (1984), elle correspond au nombre total de toutes les espèces observées au cours de N relevés.

$$S = sp_1 + sp_2 + sp_3 + \dots + sp_n$$

S est le nombre total des espèces observées

sp_1, sp_2, sp_3 sont les espèces observées

Le calcul de cet indice écologique sert à estimer la richesse totale en espèces acridiennes, dans les stations d'étude au cours d'un ensemble d'échantillonnages (OULD EL HADJ, 2004).

Dans le cas de l'étude du régime alimentaire des acridiens, 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 (MÜLLER, 1985).

3.4.- Richesse moyenne

La richesse moyenne (S_m) correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés (RAMADE, 1984). Selon BLONDEL (1979), la richesse totale d'un peuplement présente l'inconvénient de donner un même poids à toutes les espèces quelle que soit l'abondance. C'est pourquoi la richesse moyenne est calculée. Elle est donnée par la formule :

$$S_m = \frac{k_1}{N}$$

K_1 : Somme de richesses totales obtenues à chaque relevé.

N : Nombre de relevés

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.

3.5.- Fréquence centésimale annuelle et mensuelle

C'est le pourcentage des individus d'une espèce i prise en considération par rapport au total des individus, toutes espèces confondues, la fréquence relative peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble de prélèvement d'une biocénose (DIAZO, 1971). Elle est représentée par la formule suivante:

$$F = \frac{n_i}{\sum n} 100$$

n_i : Nombre des individus de l'espèces i prise en considération

$\sum n$: Ensemble des individus toutes espèces confondues

La fréquence centésimale permet d'estimer le nombre de fois où une espèce de céralifères est constatée par rapport à 100. Elles sont importantes à connaître en prospection acridiennes, car elles confirment les résultats relatifs à l'abondance.

3.6.- Etude qualitative de régime alimentaire et fréquence d'occurrence

Selon DIAZO (1971), la diversification des régimes alimentaires est à l'origine de nombreuses adaptations morphologiques, physiologiques et écologiques. La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de fèces contenant l'espèce i prise en considération au nombre total des fèces (DIAZO, 1983). OBRIEL et HOLISOVA cités par TARAÏ (1991), définissent la fréquence d'occurrence comme étant l'apparition d'un fragment végétal donné dans les échantillons. Selon BUTTET (1985), le principe consiste à noter la présence ou l'absence des végétaux dans les fèces, elle est exprimée comme suit :

$$F(i) \% = (ni / N) \times 100$$

F(i) % : Fréquence d'occurrence des épidermes végétaux contenus dans les fèces, exprimée en pourcentage

ni : Nombre de fois où le fragment de l'espèce végétale (i) est présent dans les fèces

N : Nombre total des fèces examinées

Tableau 06 : Densités des larves et des imagos de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) durant les différentes périodes d'échantillonnage sous pivot de blé

Date des sorties	Densité moyenne des imagos par m ²	Densité moyenne des imagos par 1000 m ²	Densité moyenne des larves de différents stades par m ²					Densité moyenne des larves par 1000 m ²
			L1	L2	L3	L4	L5	
14-11-09	0	0	0	0	0	0	0	0
26-11-09	0	0	0	0	0	0	0	0
18-12-09	0	0	0	0	0	0	0	0
01-01-10	0,02	20	0	0	0	0	0	0
18-02-10	0,06	60	0,02	0	0,02	0,04	0	60
06-03-10	0,18	180	0,02	0,03	0	0,02	0,01	80
22-03-10	0,16	160	0	0	0,02	0,04	0,04	100
05-04-10	0,08	80	0	0,02	0	0,02	0,02	60
19-04-10	0,04	40	0	0	0	0	0	0
03-05-10	0,02	20	0	0	0	0	0	0

Tableau 07 : Densités (1000 m²) des larves et des imagos de *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) durant les différentes périodes d'échantillonnage dans la palmeraie

Date de sortie	Densité moyenne des imagos par m ²	Densité moyenne des imagos par 1000 m ²	Densité moyenne des larves de différents stades par m ²					Densité moyenne des larves par 1000 m ²
			L1	L2	L3	L4	L5	
13-11-09	0,04	40	0	0	0	0	0	0
25-11-09	0,02	20	0	0	0	0	0	0
16-12-09	0,10	10	0	0	0	0	0	0
31-12-09	0,10	10	0	0	0	0	0	0
17-02-10	0,02	20	0	0	0	0	0	0
03-03-10	0,06	60	0,02	0	0	0	0	20
20-03-10	0,06	60	0,02	0	0	0	0	20
03-04-10	0, 04	40	0	0,02	0,02	0	0	40
17-04-10	0,02	20	0	0	0	0,02	0	20
01-05-10	0,02	20	0	0	0	0	0	0

1- Distribution spatio-temporelle de *Schistocerca gregaria*

Il est bien admis que la distribution des espèces acridiennes notamment les locustes dans le temps et dans l'espace est liée d'une part à la diversification des ressources trophiques et à l'habitat, et d'autre part aux conditions climatiques propices en particulier, la température, l'humidité et la photopériode (LECOQ, 1990).

1.1.- Distribution spatio-temporelle de *Schistocerca gregaria* dans la première station (station de Moulay el Nedjem)

1.1.1. - Distribution spatio-temporelle de *S. gregaria* dans la parcelle de tomate

1.1.1.1.- Résultats

Les résultats de la distribution mensuelle et saisonnière de *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) dans la parcelle de la Tomate sont consignés dans le tableau 05.

1.1.1.2.- Discussion

D'après le tableau 05 et la figure 13 on peut dire que le Criquet pèlerin a été observé durant toute les périodes où il est observé sur le site sur un couvert végétal aussi dense que diversifié. La densité des imagos croit avec celle du couvert végétal, elle dépasse 64 imagos par 800 m². Cette densité oscille entre 16-64 imagos/ 800 m² et diminue par la suite après la récolte qu'il avait lieu à la fin de Mars où une densité inférieure à 16 imagos/800 m² a été enregistrée au mois d'Avril malgré l'absence de culture. La présence de criquet durant cette période peut être justifiée par la présence des adventices qui peuvent être une ressource trophique pour cette locuste polyphage. La densité des larves constatée après deux mois du semis est de 32 larves /800 m² pour les larves L₁ et L₂ et pour les L₃, elle est d'ordre de 24 larves /800 m². Les jeunes stades (L₁, L₂, L₃) présentent une densité plus importante que celle des larves âgées. Elle est de 16 et 08 pour les L₄ et L₅ respectivement. La densité des larves sont de l'ordre de 56 larves par 800 m², il est observé aussi une augmentation de la densité larvaire et de la densité des imagos. Il est enregistré une faible densité de larves de quatrième et cinquième stade ce qui explique la diminution continue des imagos dans la parcelle échantillonnée. Cette diminution est probablement due à des raisons trophiques.

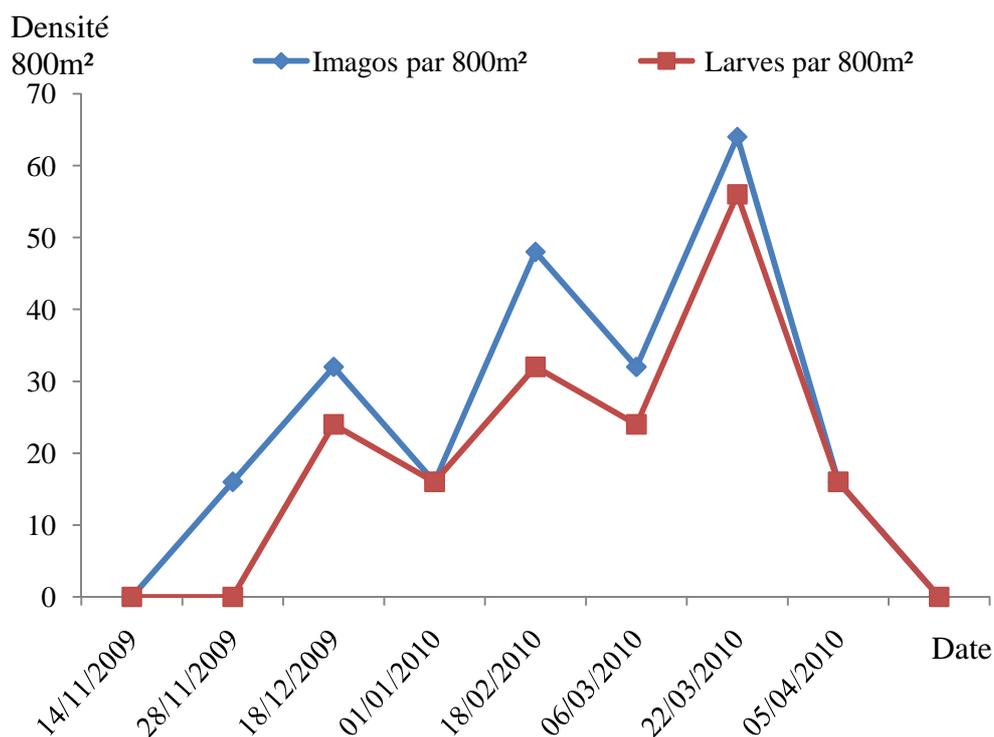


Fig. 13- Evolution des densités larvaires et imaginales de *Schistocerca gregaria* durant les différents périodes d'échantillonnage dans la parcelle de tomate

1.1.2. – Distribution spatio-temporelle de *Schistocerca gregaria* dans le pivot de blé :

1.1.2.1.-Résultats

Les résultats de la distribution mensuelle et saisonnière de *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) dans le pivot de blé sont consignés dans le tableau 06.

1.1.2.2.- Discussion

D'après le tableau 06 et la figure 14, une première apparition des imagos est au mois de janvier (après le semis d'un mois) avec une densité de l'ordre de 20 imagos par 1000 m², donc cette apparition a une densité importante explique que le pivot fourni un milieu favorable pour le développement du Criquet pèlerin. La densité des imagos évolue avec la croissance de la plante cultivée. Elle atteint 180 imagos/1000 m² au mois de mars, où les températures deviennent favorables, de même le blé se trouve en pleine végétation. A la fin du mois d'avril, une diminution de la densité des imagos est enregistrée. Elle est probablement due au manque d'une végétation fraîche au niveau des parcelles céréalières, car les plantes deviennent secs prêtes à être moissonnées. La densité des larves dans le champ de blé, est de l'ordre de 100 larves par 1000 m² à la fin de mois de mars. Cette densité s'explique par le tapis végétale sous pivot offrant des conditions de vie différente du milieu ambiant à micro-échelle ou l'acridien trouve généralement une température et une humidité relative différentes; des alternances d'ombre et de soleil; un abri contre le vent, tout ces facteurs constitué un milieu favorable de la reproduction de ce locuste. KORICHI et OULD EL HADJ notent que la densité des alliés au niveau de pivot de blé est doublé de celle au niveau des palmeraies, soient 95 à 108 imagos /hectare.

1.2.- Distribution spatio-temporelle de *Schistocerca gregaria* dans la deuxième station (palmeraie)

1.2.1.- Résultats

Les résultats de la distribution mensuelle et saisonnière de *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) dans les palmeraies d'Aoulef sont consignés dans le tableau 07.

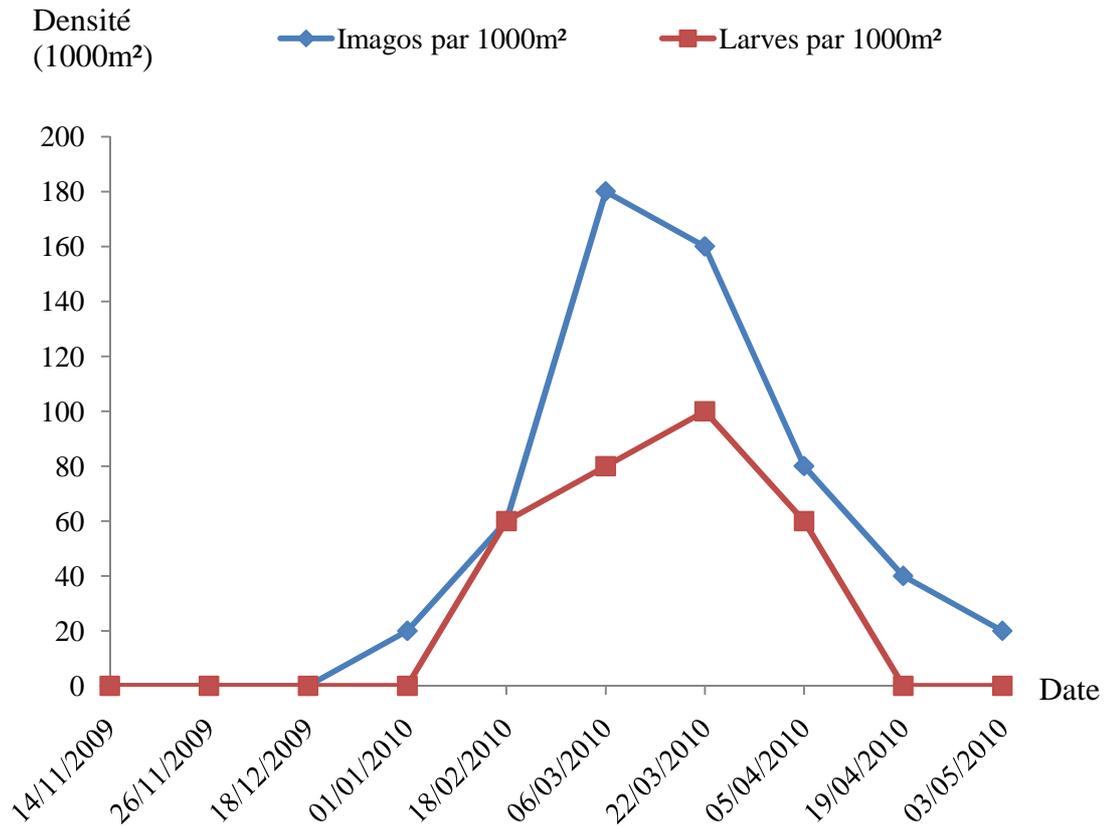


Fig. 14 - Evolution des densités des larves et des imagos de *Schistocerca gregaria* durant les différents périodes d'échantillonnage sous pivot de blé

1.2.2.- Discussion

Au vu des résultats de tableau 07 et de la figure 15, il est noté que durant les trois mois de début de la présente étude soit les mois de Novembre, Décembre et Janvier, cet locuste du désert n'apparaît que sous la forme imaginaire, alors que par suite des larves de ce locuste sont observées durant le reste de la période d'échantillonnage. L'apparition de Criquet pèlerin durant la période automno-hivernale est liée à la présence d'un couvert végétal aussi dense que diversifié au niveau des palmeraies. Plusieurs espèces sont inventoriées, les *Poaceae* sont les mieux représentées sur le site d'échantillonnage par 40% de taxons recensés dont *Sorghum vulgare*, et la famille de *Fabaceae* à 30% représenté par *Medicago sativa* et la famille de Brassicaceae à 25% *Diphysa ham.* Il s'ajoute aux disponibilités trophiques, les conditions climatiques relativement favorables, des températures oscillent entre 27,7°C et 19,2°C. Une densité imaginaire de l'ordre de 40 imagos par 1000 m² a été enregistrée durant ce mois. Comme il est à signaler que durant cette période, les prospecteurs de l'INPV d'Adrar ont enregistré une pullulation de cette locuste au niveau de la région d'Adrar avec une densité relativement faible. En revanche, durant le mois de novembre et Décembre, une diminution dans la densité des imagos est rapportée, malgré l'abondance des ressources. Cette diminution dans la densité des imagos émane probablement de variations dans les conditions climatiques en particulier la température. Par contre durant les mois de Février, Mars, et Avril, une augmentation constante dans la densité des imagos a été rapportée. Elle est de l'ordre de 60 imagos par 1000 m². Celle-ci peut être expliquée par l'augmentation des degrés de température et par la richesse de milieu en espèces végétales. Alors qu'une diminution dans la densité des imagos est constatée à la fin du mois d'Avril. Elle semble liée à la diminution de couverture végétale car cette période coïncide avec celle de la récolte des plantes cultivées. Il est noté que l'augmentation dans la densité des imagos est en fonction de la richesse du milieu en espèces végétales et de leur recouvrement global. Les *Poaceae* sont les mieux représentées sur le site d'échantillonnage par 75% des taxons recensés dont *Avena sterilis*, *Triticum durum*, et *Hordium vulgare*, suivies par les *Solanaceae* 10% (*Lycopersicon esculentum*, *Solanum tuberosum*), puis par les *Liliaceae* (*Allium cepa*) et par les *Cucurbitaceae* à 05% (*Cucumis sativus*, *Cucumis melo*). Cette richesse floristique constatée constitue un facteur favorable favorisant l'installation des criquets. L'apparition des larves à la fin du mois de Mars peut être justifiée par le fait que *S. gregaria*, est un acridien caractérisé par le phénomène de quiescence imaginaire. Lorsqu'il rencontre des conditions défavorables. Ceci s'explique par leur absence durant les cinq premiers mois de l'échantillonnage

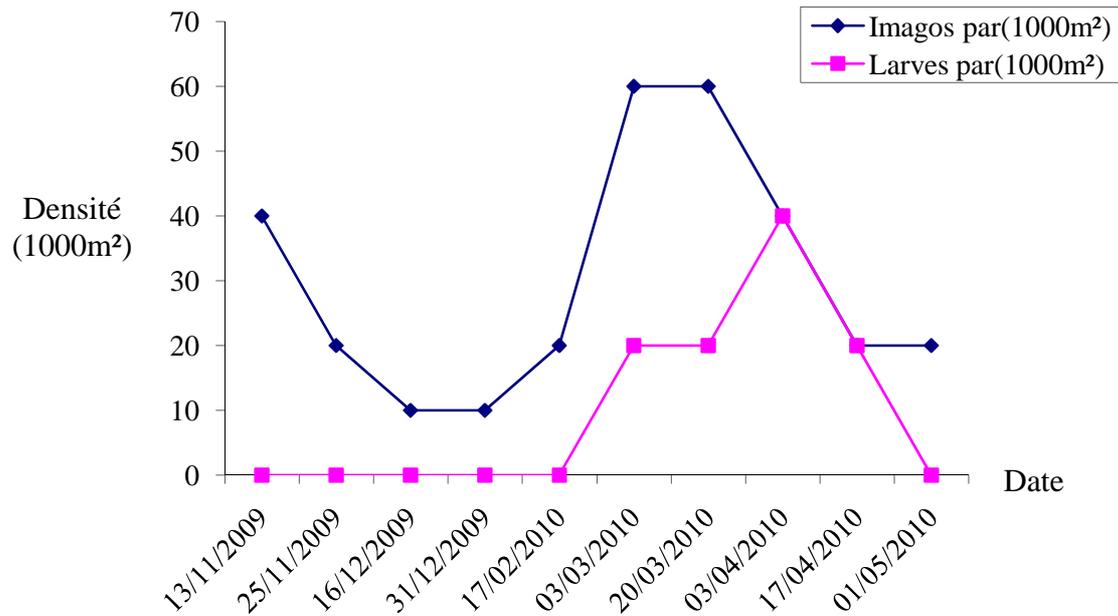


Fig. 15 - Evolution des densités des larves et imagos de *Schistocerca gregaria* durant les différents périodes dans la palmeraie

(octobre à février). Dès que les conditions climatiques deviennent propices au début du mois de Mars en particulier la température est favorable avec 15 à 32°C. Les criquets vont se reproduire et pondent leurs œufs. Selon CHOPAD (1938), les femelles du Criquet pèlerin déposent leur œuf dans le sol de textures variables. Les sols des palmeraies d'Aoulef sont à texture sableuse ou bien sablonneuse-limoneuse.

La densité des imagos et des larves dans la palmeraie est faible durant toute la période d'échantillonnage. Elle ne dépasse guère les 60 imagos par 1000 m² et 40 larves par 1000 m². KORICHI (1996) montre que la densité des imagos est inférieure de 100 imagos par hectare. OULD EL HADJ (2004) signale que la densité des ailés est inférieure à 100 individus par hectare durant l'année 2004.

2. - Etude de type de répartition de *Schistocerca gregaria* dans les deux stations

2.1. - Résultats

Les différents types de répartition de *S. gregaria* déduits des analyses de variance sont mentionnés dans le tableau 08.

2.2. - Discussion

D'après le tableau 08, il ressort qu'au niveau des parcelles échantillonnées dans les deux stations la répartition est de type régulier durant les mois de Novembre, Décembre et Janvier, à cause de la stabilité des facteurs alimentaires et des facteurs climatiques. Il est de type contagieux durant les mois de Février (à la ferme de Moulay El Nedjm), Mars et Avril. D'après DAJOZ (1983), le type répartition contagieuse est expliqué par les variations des conditions du milieu. Durant le mois de Mars et la fin d'Avril le type de répartition est contagieux à cause des variations climatiques. La température varie entre 13,3 à 28°C au mois de Mars et entre 15 à 32°C au mois d'Avril. Au début du mois de Mai la répartition est de type régulier à cause de la stabilité des facteurs climatiques. Au début de Mai la température oscille entre 30 à 35°C. KEMASSI (2004) signale un type de répartition de *S. gregaria* dans la région d'Ouargla sous pivot, régulier et contagieux

Tableau 08 : Type de répartition de *Schistocerca gregaria* dans les trois parcelles d'étude

Date	Station	Parcelle	δ^2/M	Répartition
Novembre	S1	P1	0,95	Régulière
		P2	-	-
	S2	P3	0,95	Régulière
Décembre	S1	P1	1,95	Contagieuse
		P2	-	-
	S2	P3	0,49	Régulière
Janvier	S1	P1	0,95	Régulière
		P2	0,95	Régulière
	S2	P3	0,49	Régulière
Février	S1	P1	2,93	Contagieuse
		P2	2,93	Contagieuse
	S2	P3	0,95	Régulière
Mars	S1	P1	1,02	Contagieuse
		P2	8,82	Contagieuse
	S2	P3	2,93	Contagieuse
Avril	S1	P1	1,02	Contagieuse
		P2	8,82	Contagieuse
	S2	P3	1,02	Contagieuse
Mai	S1	P1	-	-
		P2	0,95	Régulière
	S2	P3	0,95	Régulière

δ^2/M : Variance sur la moyenne des individus prélevés dans chaque prélèvement sur :

P1 : Parcelle de la Tomate

S1 : La ferme de Moulay El Nedjem

P2 : Parcelle de blé sous pivot

S2 : La palmeraie

P3 : Parcelle de la palmeraie

. 3.- Etude de statut phasaire de *Schistocerca gregaria*

3.1- Etude de statut phasaire de *Schistocerca gregaria* dans la palmeraie

3.1.1. – Résultats

Les résultats de différentes mensurations et le rapport morphométrique sont présentés dans le tableau 09.

3.2.-Etude de statut phasaire de *Schistocerca gregaria* dans la station de Moulay El Nedjem

3.2.1 - Pivot

3.2.1. 1 – Résultats

Les résultats de différentes mensurations et le rapport morphométrique sont présentés dans le tableau 10.

3.2.2.- Parcelle de Tomate

3.2.2.1.- Résultats

Les résultats de différentes mensurations et le rapport morphométrique sont présentés dans le tableau 11.

3.2.3.- Discussion

Au vu des indices morphométriques présentés dans les tableaux 09, 10, et 11 et les figures 16, 17, et 18, il ressort que la population de *S. gregaria* recensée au niveau de différentes parcelles d'échantillonnage dans la région d'Adrar est de type transiens congregans à différents niveaux d'évolution vers le stade grégaire. Les rapports E/F3 oscillent entre 1,93 et 2,50 pour les mâles et entre 1,89 - 2,63 pour les femelles, alors que pour le rapport F3/C, ils oscillent entre 3,71– 4,24 pour les mâles et entre 3,08 à 4,37 pour les femelles. Ces résultats sont concomitantes avec celles rapportées par plusieurs auteurs dont KORICHI (1996), KARA (1997) et OULD EL HADJ (2004) où ils sont observés des populations de type transiens congregans durant différentes périodes au

Tableau 09 : Indices morphométriques (mm) des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* échantillonnés dans la palmeraie durant la période Novembre 2009 à Mai 2010

Individus	E	F3	C	HH	LH	E/F	F/C
Femelle	66,5	32,1	7,6	9	12	2,07	4,22
	69	32,2	7,9	9,1	12,3	2,14	4,08
	70	31,5	7,5	8,2	11	2,22	4,20
	71	30,1	6,9	9,2	12,2	2,36	4,36
	69	31,2	7,6	9,5	11,5	2,21	4,11
	67	29,2	7,7	9,1	12	2,29	3,79
	65	30,7	7,6	9,3	12,2	2,12	4,04
	60,5	26,6	6,9	8,5	11,7	2,27	3,86
	66,5	33,3	7,9	9,6	11,8	2,00	4,22
	62,7	29	9,5	8,2	13,8	2,16	3,05
	65	29,5	9,6	9,8	12,5	2,2	3,07
	57,5	27,8	7,4	7,1	10,5	2,07	3,76
	61,2	28	8,2	9	11	2,19	3,41
	59,8	27,2	8	9	10,5	2,2	3,4
	66,2	27,7	7,8	6,9	11	2,39	3,55
	62,3	24,4	7,6	7	12	2,55	3,21
	59,8	25,8	7,9	7,3	11,5	2,32	3,27
	62,6	24,5	8,2	8	10,7	2,56	2,99
Mâle	61,4	22,8	7,5	7,6	11	2,69	3,04
	60,1	21,5	8,2	8,3	12	2,8	2,62
	60,5	24	8,5	9	11	2,52	2,82
	59,7	25	8,8	9,5	11,4	2,39	2,84
	60,5	23,3	7,7	8,8	10,9	2,6	3,03
	57,8	24,5	8,5	9,2	11	2,36	2,88
	61	24	8,6	9	10	2,54	2,79
	57	23	7,9	9,2	11	2,48	2,91
	56,5	26,7	7,5	9,5	10	2,12	3,56
	62	25,1	8,6	10	12	2,47	2,92
	64,2	28	9,5	10	12,5	2,29	2,95
	61,5	27,8	9,2	10,5	11,5	2,21	3,02
	52,6	24,8	6,3	7,3	8,5	2,12	3,94
	53,4	25,2	6,4	7,5	8,5	2,12	3,94
	54,7	25,8	6,5	7,8	10	2,12	3,97
	55,2	26,8	7,1	7,5	10	2,06	3,77
	53,2	24,4	6,5	7,3	9,5	2,18	3,75
	54,3	25,5	6,8	7,4	9,5	2,13	3,75
	55,4	27,1	7,2	7,5	10	2,04	3,76
	53,9	25,3	6,5	7,4	10	2,13	3,89
55,2	26,7	7,1	7,8	10	2,07	3,76	
50,3	23,6	6,9	9,2	10,9	2,13	3,42	

(Suite tableau 09)

Individus	E	F3	C	HH	LH	E/F	F/C
Mâle	55,6	24	9	9,3	10,2	2,32	2,67
	48,2	26,3	9,5	9,8	12	1,83	2,77
	47	24,6	6,9	9,1	9,9	1,91	3,57
	48,8	22,7	9,5	9,7	10,5	2,15	2,39
	53,6	25,4	9,5	10	11,7	2,11	2,67
	54,5	28,7	8,1	9,5	11,3	1,9	3,54
	48,6	27,7	8,5	9,2	11	1,75	3,26
	55,2	23,5	7,7	9,1	10,5	2,35	3,05
	48	23,5	8,1	9	10	2,04	2,9
	48	22,3	7,5	9,2	10,5	2,15	2,97
	46,7	21,5	7,4	9,5	11	2,17	2,91

Tableau 10: Indice morphométrique (mm) des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* récoltés dans la station de Moulay El Nedjem sous pivot de blé durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010

Individus	E	F3	C	HH	LH	E/F3	F3/C
Mâle	54	26,5	6,8	6,9	9,2	2,04	3,90
	56	25	6,6	7	9,4	2,24	3,79
	53	24,6	6,8	7	10,2	2,15	3,62
	52	24,5	6,5	7,2	10,5	2,12	3,77
	55	27,4	6,9	7,4	10	2,01	3,97
	54,6	26,5	6,7	7	8,2	2,06	3,96
	52,5	25,5	6,5	7	9,5	2,06	3,92
	55	26,5	7	7,5	10	2,08	3,79
	53	25	6,2	7	9,4	2,12	4,03
	51	24	6,1	7	9,5	2,13	3,93
	51	23,8	6,2	7	9	2,14	3,84
	54	26,5	7	7,5	10	2,04	3,79
	49	23	6,1	7	9	2,13	3,77
	49	23,4	6	6,8	8,5	2,09	3,90
	56	26,2	7	8	10,5	2,14	3,74
	55	25,7	6,8	7,4	9,8	2,14	3,78
	48,5	23	6,2	7	9	2,11	3,71
	53,1	25	6,5	7,2	9,5	2,12	3,85

(Suite tableau 10)

Individus	E	F3	C	HH	LH	E/F3	F3/C
Mâle	54,4	23	6	7	9,5	2,37	3,83
	54	26,5	7	8,1	10	2,04	3,79
	55	27,7	7,1	8	10,2	1,99	3,90
	55,5	28,5	7,2	8	10	1,95	3,96
	48	23,5	6	7	9	2,04	3,92
	47,5	24	6,4	7,4	9,5	1,98	3,75
	52	25,3	6,3	8	9	2,06	4,02
	55	26,5	6,7	8	9	2,08	3,96
	54	25	6,4	7,5	9	2,16	3,91
	54	26	6,8	7	8,5	2,08	3,82
	53	27,5	7	8	10	1,93	3,93
	48	23	6,1	7	8,5	2,09	3,77
	Femelle	58,4	27,3	7,5	7,5	10	2,14
57,8		28,7	7,5	8	10,5	2,01	3,83
63		29	7,8	8,5	11	2,17	3,72
62		27,5	7,3	9	11	2,25	3,77
52		27,5	7,2	8,5	10,5	1,89	3,82
58,3		26,4	7,4	7,2	11	2,21	3,57
57,3		27,5	7,3	6,9	11,5	2,08	3,77
60,3		28,4	6,9	6,7	12	2,12	4,12
60,7		27,7	6,9	7,4	11,8	2,19	4,01
60,4		26,7	7,9	6,9	11	2,26	3,38
59,3		27,4	7,1	7	11	2,16	3,86
59		26,8	7,2	7,3	11	2,20	3,72
57		26,5	6,9	8,5	10,7	2,15	3,84
57,4		25,8	7	7,6	11	2,22	3,69
59,3		27,1	7,2	8,3	12	2,19	3,76
57,5		28	7	8	11,5	2,05	4,00
58		28,8	7,4	8,5	10	2,01	3,89
60		29	7,2	8,2	10,5	2,07	4,03
61		29,5	7,5	8,3	10	2,07	3,93
59,8		28	7,2	8,2	10,5	2,14	3,89
57,5	28,5	6,8	8,5	10	2,02	4,19	
62	29,8	7,2	7,8	10,2	2,08	4,14	

Tableau 11: Indice morphométrique (mm) des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* récoltés dans la station de Moulay El Nedjem dans la parcelle de tomate durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010

Individus	E	F3	C	HH	LH	E/F	F/C
Mâle	46,3	23,4	5,4	7,3	11	1,98	4,33
	52,7	23,5	5,3	7,8	10,7	2,24	4,43
	53,2	24,7	5,7	7,8	11,3	2,15	4,33
	53	22,7	6	7,9	10,9	2,33	3,78
	52,4	22,4	5,4	7,2	12	2,34	4,15
	51,2	22,4	6,5	8	11,5	2,29	3,45
	54,8	22,3	7,3	8,1	11	2,46	3,05
	52,5	23	6,2	7,5	11,2	2,28	3,71
	50,3	21,4	6,4	7,5	9,4	2,35	3,34
	48,6	23,8	6,8	7,2	9,8	2,04	3,50
	52,8	22,1	5,9	7	10,5	2,39	3,75
	60,4	24,2	7,4	8,2	9,4	2,50	3,27
	53,4	26,4	5,9	6,8	9	2,02	4,47
	52,5	23,6	7,2	7,8	10	2,22	3,28
Femelle	57	26,2	7,6	7	10,4	2,18	3,45
	59,3	27,4	7,4	7,2	11	2,16	3,70
	57,9	27,9	7,3	6,9	11,5	2,08	3,82
	62,3	28,4	6,5	6,7	12	2,19	4,37
	60,7	26,4	6,4	6,4	11,8	2,30	4,13
	66,4	27,7	7,4	6,9	11	2,40	3,74
	62,3	25,4	7,2	7	12	2,45	3,53
	59,8	25,8	7,9	7,3	11,5	2,32	3,27
	62,6	24,5	7,8	8	10,7	2,56	3,14
	66,4	22,8	7	7,6	11	2,91	3,26
	65,3	27,1	8,2	8,3	12	2,41	3,30
	58,9	26,4	8,2	8,8	11	2,23	3,22
	61,7	25,8	6,9	9,1	10	2,39	3,74
	60,4	24,5	7,4	8,4	11,2	2,47	3,31
	63,2	26,9	8,2	8,8	12	2,35	3,28
	59,7	27	7,3	9	12	2,21	3,70

E : Elytre

HH : Hauteur de pronotum

F3 : Fémur

LH : longueur de pronotum

C : Largeurs céphalique

niveau des cultures céréalières irriguées sous pivots dans la région d'Adrar.

Tableau 12 : Indices morphométriques des individus dans les deux stations étudiées

			Mâle	Femelle
Station 1	P1	E/F3	1,93 - 2,37	1,89 - 2,26
		F3/C	3,71 - 4,03	3,38 - 4,19
	P2	E/F3	1,98 - 2,50	2,08 - 2,63
		F3/C	3,05 - 4,47	3,08 - 4,37
Station 2	P3	E/F3	1,97 - 2,40	2,00 - 2,36
		F3/C	3,63 - 4,24	3,79 - 4,22

4.-Etude du régime alimentaire de *Schistocerca gregaria*

D'après la littérature, la structure du tapis végétal est un élément fondamental dans la description de la niche écologique des criquets. La plante est non seulement la source nutritive, mais aussi l'habitat du criquet. Les deux composantes peuvent être ou non confondues dans la même espèce végétale (LEGALL, 1989). BENHALIMA (1983) définit l'association plante-criquet comme un indicateur de l'habitat et de la distribution d'une espèce acridienne. L'alimentation des acridiens migrants a suscité, depuis longtemps un grand intérêt de la part des acridologues, qui ont cherché à mettre en évidence le régime alimentaire, dans le but de mieux cerner le phénomène de pullulation de ces ravageurs (CHARA, 1987). GANVIÈRE et al. (1979) cités par FELLAOUINE (1984), ont donné une synthèse sur l'alimentation des orthoptères qui montre l'importance de la nourriture en tant que facteur écologique. Dans le présent travail, l'analyse des fèces de individus du criquet pèlerin (47 mâles et 45 femelles) a été effectuée sur les individus échantillonnés dans deux stations d'études de la région d'Adrar soit, une palmeraie et la ferme de Moulay Nadjem.

4.1. - Etude du régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* dans les deux stations

4.1.1. - Résultats

En comparant les épidermes des espèces végétales recensées dans les sites d'échantillonnage avec celles observées dans les fèces des Criquets pèlerin capturés au

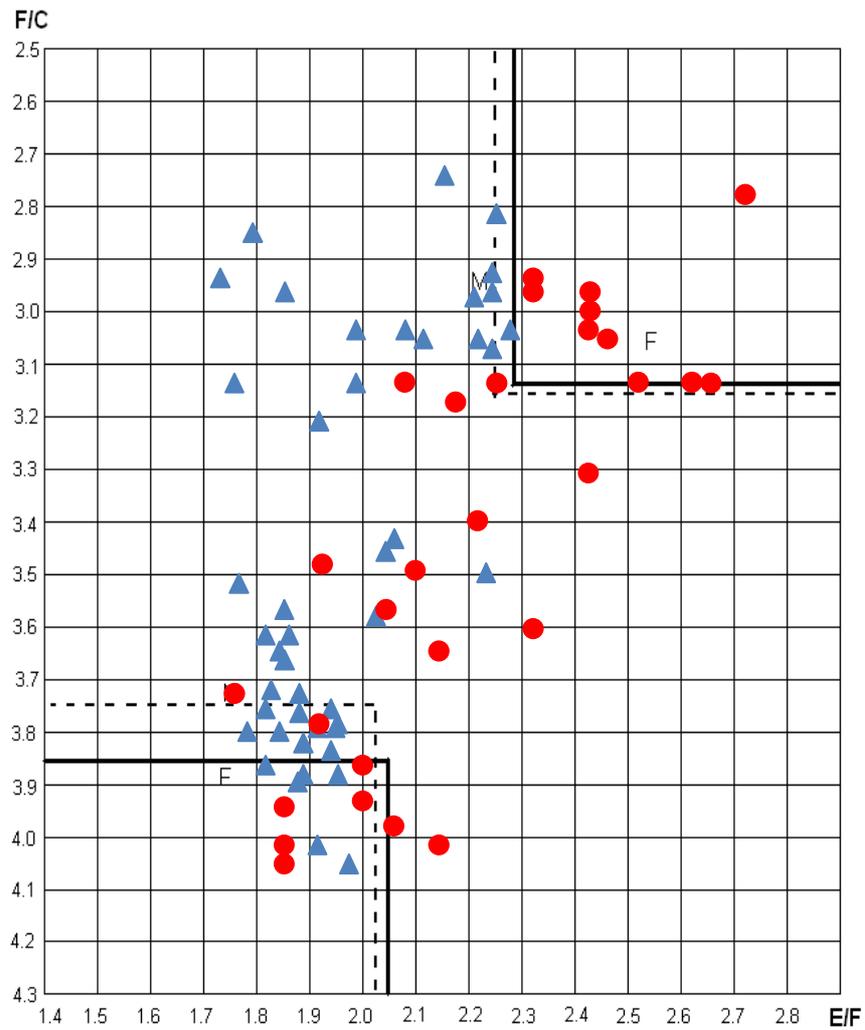


Fig 16 - Abaque morphométrique des individus de *Schistocerca gregaria* capturées durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010 dans la palmeraie

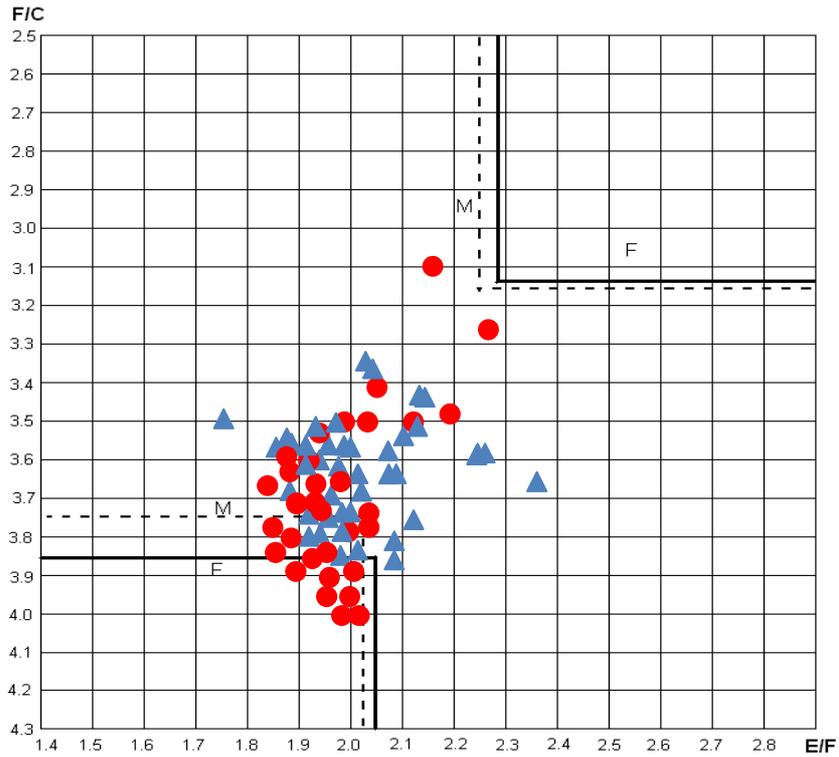


Fig. 17 - Abaque morphométrique des individus de *Schistocerca gregaria* capturées de Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril, Mai 2010 dans la station de Moulay El Nedjem sous pivot de blé

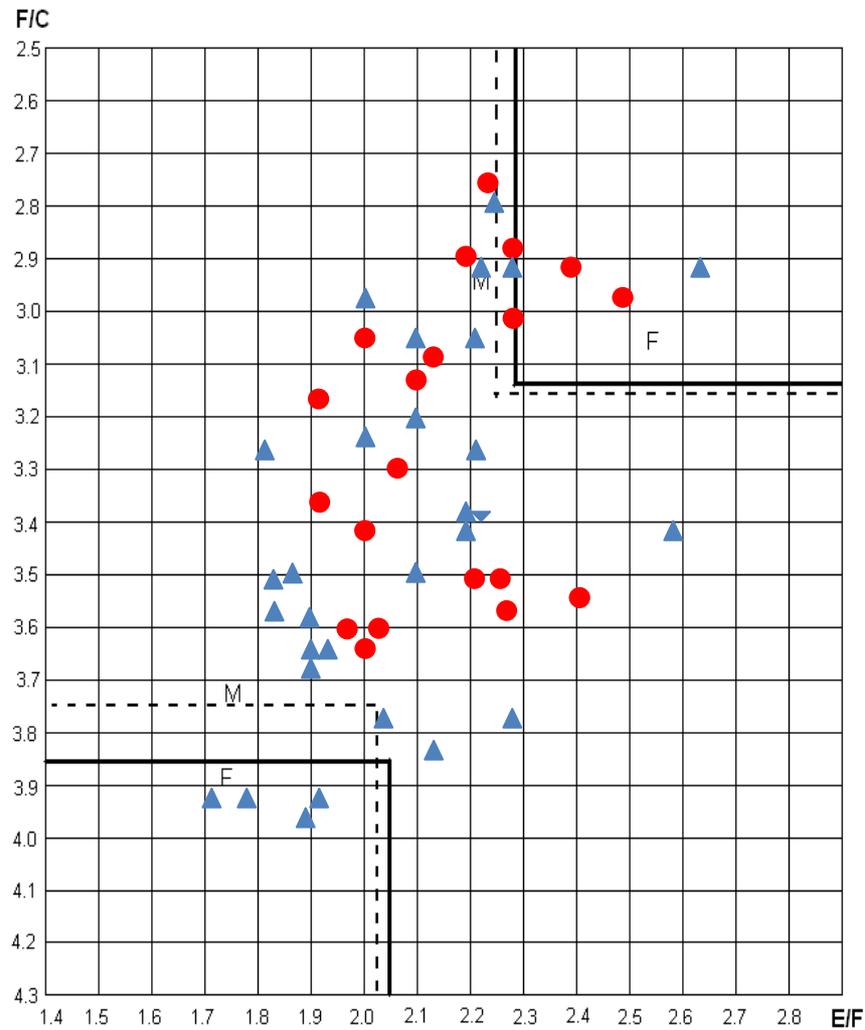


Fig. 18 - Abaque morphométrique des individus de *S. gregaria* échantillonnés durant la période de Novembre 2009 à Mai 2010 dans la station de Moulay El Nedjem dans la parcelle de Tomate

(▲ : Mâle ● : Femelle)

niveau de la première station la ferme de Moulay El Nedjem (parcelle de blé dur sous pivot, la parcelle de tomate), et deuxième station la palmeraie d'Aoulef, il ressort que les taux de recouvrement et les fréquences de consommation des espèces végétales par les mâles et femelles du Criquet pèlerin. Les résultats de l'analyse coprologique des individus de *S. gregaria* sont regroupés dans le tableau 13.

4.1.2.-Discussion

Chez le Criquet du désert, l'herbivorie est fortement influencée par la sécheresse, la disponibilité alimentaire et l'état de la plante. En fonction de ses paramètres, la prise de nourriture est orientée. Pour la présente étude, il est noté que parmi les 20 plantes réparties sur huit familles botaniques inventoriées sur les sites d'échantillonnage, le Criquet pèlerin n'utilise que onze espèces végétales réparties sur quatre familles botaniques soit les *Poaceae*, les *Liliaceae*, les *Solanaceae*, et les *Cucurbitaceae*. Les espèces végétales appartiennent à la famille des *Poaceae* sont plus consommées que celles des *Liliaceae*, des *Cucurbitaceae* et des *Solanaceae*. Parmi les onze plantes consommées, six d'entre elles sont des *Poaceae*. Il s'agit de *Triticum durum*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum*, *Cynodon dactylon*, *Avena sterilis*, et *sorghum vulgare*. Ces espèces sont consommées à des fréquences variables. *T. durum* est la plus consommée que les autres plantes, sa fréquence d'occurrence dans les fèces des mâles et des femelles du Criquet pèlerin est de l'ordre de 100% au niveau de la parcelle de blé dur (pivot de blé dur), de 77,3% et 87% chez les mâles et les femelles de *S. gregaria* respectivement au niveau de la palmeraie, suivie par *L. multiflorum* par une fréquence d'occurrence de 59,7% chez les mâles et de 66,8% chez les femelles au niveau de parcelle de tomate. Sous pivot de blé dur, elle est de l'ordre 35% et 46,4% chez les mâles et les femelles respectivement. La fréquence d'occurrence dans les fèces des individus échantillonnés au niveau de la palmeraie, est de 38,1 chez les mâle et 21,7 chez les femelles. Alors que les espèces *Allium cepa*, *Curcubita melo*, et *Curcubita pepo* sont moins consommées, leurs fréquences d'occurrences dans les fèces des mâles et femelles du Criquet pèlerin est de l'ordre de 4,5% et 7,8% chez les mâles et les femelles pour *Allium cepa* au niveau de la palmeraie, et 12,5% et 18,5% enregistré pour *Curcubita sp* à la parcelle de tomate, et de l'ordre de 7,3% et 5,4% à la palmeraie. En outre, il est constaté que le régime alimentaire de cette locuste du désert ne diffère guère en fonction du sexe. Les espèces végétales les plus consommées sont celles les mieux représentées sur le terrain. La fréquence d'une espèce végétale sur terrain influe sur la prise de nourriture. *Cynodon dactylon* est fréquente dans le site d'échantillonnage, la consommation augmente. Dans la parcelle de

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

/GpPBeg1
-dictionary-
true
false