

ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE (EL-HARRACH. ALGER)  
DEPARTEMENT DE ZOOLOGIE AGRICOLE ET FORESTIERE  
Thèse en vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques  
Option : Acridologie (Protection des végétaux)

***Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).***

Présentée par

**MelleSOBHI Zoubeïda**

**Promotrice** : Mme Allal-Benfekih L Maître de conférences à université Saad Dahleb Blida  
13-12-2009

**Président** : Mme Doumandji-Mitiche B Professeur à l'E.N.S.A d'El Harrach **Examineurs** :  
Mr. Doumandji S.E Professeur à l'E.N.S.A d'El-Harrach Mme Guendouz-Ben rima. A Maître de conférences à l'université Saad Dahleb Blida Mme Mouhouche F Maître de conférences à l'INA d'El Harrach



# Table des matières

Dédicace . . .	5
Remerciements . . .	6
Résumé . . .	7
Summary . . .	8
ص غ ل م . . .	9
Introduction . . .	10
Chapitre I : Synthèse biobibliographique . . .	13
I-1- Éléments de bio systématique et d'écologie . . .	13
I-2- Orthoptérofaune de l'Est Algérien . . .	14
I-3- Place des orthoptères dans le régime alimentaire des animaux . . .	16
I-3-1- Cas des oiseaux insectivores . . .	16
I-3-2- Cas des Insectes . . .	17
I-3-3- Cas des Aranéides, des Reptiles et des Batraciens . . .	18
I-3-4- Cas des Mammifères . . .	19
chapitre II : Étude du milieu . . .	21
II-1- Caractéristiques de la région d'étude . . .	21
II-1-1- Situation géographique de la région d'El-Tarf . . .	21
II-1-2- Relief . . .	21
II-1-3- Pente . . .	22
II-1-4- Hydrologie . . .	22
II-1-5- Géologie . . .	22
II-2- Caractéristiques climatiques de la région d'étude . . .	22
II-2-1- Températures . . .	23
II-2-2- Précipitations . . .	25
II-2-3- Humidité relative . . .	27
II-2-4- Le vent . . .	28
II-2-5- Synthèse climatique . . .	28
II-3- Végétation de la région d'El-Tarf . . .	31
II-4- Faune de la région d'El-Tarf . . .	32
Chapitre III : Matériels et méthodes . . .	33
III-1- Caractéristiques des stations d'étude . . .	33
III-1-1- La station d' « El Ghorra » . . .	33
III-1-2- La station de « Chtaïba » . . .	40
III-1-3- La station de « Mekhada » . . .	45
III-2- Méthodologie d'étude sur terrain . . .	53
III-2-1- Echantillonnage de la végétation . . .	53
III-2-2- Échantillonnage des insectes . . .	54
III-3- Méthodologie d'étude et matériels utilisés au laboratoire . . .	55
III-3-1- Régime alimentaire des espèces . . .	55
III-3-2- Morphométrie géométrique . . .	57

III-4- Exploitation des données . . .	58
III-4-1- Indices écologiques utilisés (RAMADE, 1984) . . .	59
III-4-2- Analyses univariées et multivariées . . .	61
Chapitre IV : Résultats . . .	62
IV-1- Composition floristique des stations d'étude . . .	62
IV-1-1- Caractères qualitatifs et quantitatifs de l'analyse de la végétation dans les trois stations . . .	62
IV-2- Diversité des communautés végétales dans les trois stations . . .	70
IV-2-1- Analyse globale . . .	70
IV-2-2- Caractérisation de la végétation prairiale de la station de la Mekhada . . .	72
IV-2-3- Dynamique de la végétation prairiale de la station de la Mekhada . . .	77
IV-3- Communauté orthoptérique des trois stations . . .	79
IV-3-1- Indices et paramètres écologiques de caractérisation des communautés orthoptériques . . .	80
IV-3-2- Comparaison entre les peuplements orthoptériques des trois stations . . .	85
IV-4- Diversité orthoptérique globale . . .	88
IV-5- Relations entre les communautés végétales et les communautés d'orthoptères dans les trois stations . . .	92
IV-6- Étude de l'impact de la température sur l'évolution des orthoptères dans les stations étudiées. . .	93
IV-6-1- Evolution temporelle des températures . . .	93
IV-6-2- Effet de la température minimale et maximale sur l'abondance saisonnière des espèces dans chaque milieu. . .	93
IV-6-3- Étude de l'impact des précipitations mensuelles sur l'évolution des orthoptères dans les stations étudiées. . .	96
IV-6-4- Étude de l'impact de l'aridité mensuelle sur l'évolution des orthoptères dans les stations étudiées. . .	97
IV-7- Étude trophique de <i>C. barbarus</i> , <i>O. caerulescens sulfurescens</i> et d' <i>A. patruelis</i> dans les trois stations . . .	99
IV-7-1- Fréquences globales des espèces végétales consommées par chaque espèce acridienne dans les trois stations . . .	99
IV-7-2- Fréquence globale des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles de chaque espèce acridienne dans les trois stations . . .	105
IV-8- Etude de la dyssétrie de développement des trois espèces acridiennes . . .	111
Chapitre V : Discussion . . .	116
V-1- Caractères floristiques . . .	116
V-2- Communautés orthoptériques . . .	117
V-3- Étude trophique et asymétrie de développement chez les trois espèces acridiennes étudiées . . .	121
V-4- Observations personnelles sur la présence des prédateurs dans les stations d'étude. . .	123
Conclusion générale . . .	125
Références bibliographiques . . .	126
Annexe . . .	136

## Dédicace

*Je dédie ce travail A la mémoire de mon défunt père,sa chaleur ne ma jamais quitté A ma très chère maman, inlassablement sacrifiée pour que je sois parvenu à ce niveau, pour son soutien moral surtout A mes chers frères Aziz et Ahmed, pour leur soutien sans lequel je ne serai jamais terminé mon étude A mon petit frère Mohamed A ma grande sœur Fadila et ma petite sœur houria A mon frère Omar et ses filles Belkisse et Boutaina A ma sœur Halima, son mari Samir et ses enfants Islam, Haïdar et Hamza, ainsi que sa belle famille A mes chères et adorables amies Nadia et Sabrina, que je ne l'oublie jamais A mes camarades Fahima, Algia, Atika, Samir et Saad A mes amies Lilia, rebeh et souad Zoubéïda*

## **Remerciements**

Je tiens à remercier Madame ALLAL-BEN FEKIH Leila, maître de conférence à l'université de Blida pour toute l'aide précieuse et généreuse qu'elle m'a accordée durant la réalisation de ce travail.

Madame la professeur DOUMANDJI-MITICHE B., chef de département de Zoologie agricole et forestière d'avoir accepté de présider le jury. Qu'elle trouve mes remerciements les plus forts.

Je tiens également à remercier Monsieur DOUMANDJI S D., professeur à l'INA, Madame BEN RIMA A, Madame MOUHOUC., ont bien accepté de critiquer et juger ce travail. Je les remercie très fort.

J'adresse ma sincère reconnaissance à Monsieur SAMAR R., enseignant et responsable des laboratoires du centre universitaire d'El-Tarf pour, son aide qu'il m'a apportée concernant le laboratoire, le matériel du laboratoire et pour son matériel personnel. Monsieur ABDELMADJID S., directeur de l'institut agronomique d'El-Tarf pour son accueil chaleureux, son soutien et son encouragement. Qu'ils trouvent ici mes vifs remerciements.

Je remercie plus particulièrement Monsieur DJAZOULI Z-ed, pour son aide plus que précieuse, pour son encouragement, Qu'il en soit ici chaleureusement remercié. Je tiens également à remercier Madame DJEMAI Amina, technicienne au laboratoire de zoologie de Blida, pour le matériel du laboratoire, aussi pour son soutien moral. Je la remercie infiniment.

Je remercie infiniment Monsieur TAYAR M., conservateur des forêts de la wilaya d'El-Tarf qui m'a accordé son aide matériellement, Monsieur JOUADI M S et Monsieur SEBTI A., respectivement chefs circonscriptions de Ben M'hidi et El-Tarf d'avoir m'aider pour mes sorties de terrain, je les remercie vivement, mes vifs remerciements vont également à Monsieur BOUTELDI A et Monsieur TAHAR., respectivement chef service de la protection de la faune et de la flore, et ingénieur d'état en informatique au sein de la conservation d'El-Tarf pour leurs aides et leurs encouragements. Ainsi que toutes personnes de la conservation des forêts d'El-Tarf chaque un avec son nom.

J'exprime ma profonde gratitude à Monsieur PETIT D maître de conférence à l'université de Limoges, de son aide pour la détermination de mes échantillons d'orthoptères et pour son aide dans l'exploitation de mes résultats de la partie morphométrie géométrique.

Mes vifs et sincères remerciements vont également à Monsieur BRAHIM et Monsieur Boumaaraf B, respectivement chef district de Bougous et agent de protection des forêts de la circonscription de Ben M'hidi, mes guides de terrain sans lesquels mes sorties ne seront jamais abouties. Ils ont été disponibles et très patients. Sans oublier les personnes du district de Bougous et de la circonscription des forêts de Ben M'hidi, chaque un avec son nom.

Je dois également beaucoup à Monsieur ABD EL K'RIM, professeur au département de botanique à l'E.S.N.A d'El Harrach, pour ses conseils impressionnants au sujet de la phytosociologie ainsi que pour la confirmation concernant les espèces de plantes. Monsieur BENZARA A, maître de conférence à E.N.S.A. pour son aide dans la détermination des espèces acridiennes.

## Résumé

L'étude des communautés orthoptériques est effectuée dans trois stations situées dans les étages bioclimatiques humides à subhumide à hiver tempéré à chaud, dans la région d'El-Tarf, dans le souci de la valorisation de la diversité et de la conservation des espèces. Les stations se différencient par leur altitude, leur composition floristique et leur composition et abondance orthoptérique.

Les trois stations comptent globalement 19 populations orthoptériques, chaque station est caractérisée par une communauté spécifique. L'étude de l'impact climatique sur les populations d'orthoptères montre que les deux stations de basse altitude du marais de la Mekhada et la station de moyenne altitude de Chtaïba sont en corrélation avec les températures et non avec les précipitations et l'indice d'aridité. La fréquence du pâturage semble se répercuter sur les deux communautés de basse et de haute altitude de la Mekhada et d'El-Ghorra.

Le régime alimentaire de trois acridiens montre que seule l'espèce *A. patruelis* a un régime oligophage graminivore, le régime alimentaire des deux autres acridiens *C. barbarus* et *O.c. sulfurescens* est polyphage ayant des préférences pour les dicotylédones. L'étude de la morphométrie géométrique chez les trois acridiens montre que les individus mâles et la communauté de station d'altitude d'El-Ghorra sont ceux qui présentent une dissymétrie de développement.

**Mots clés :** communautés orthoptériques, régime alimentaire, climat, morphométrie géométrique, pâturage.

## Summary

The study of grasshopper community in three stations located in level bioclimate humid at moist and winter moderate to hot, in area at Tarf, in target to value the diversity and conservation of species. The stations are different by their altitude, their floristic diversity and by their grasshopper composition and abundance.

The three stations count globally 19 orthopteran population, each station it characterized by his specific community. Study of climate effect on the orthopteran population show that the two stations for low level to Mekhada marsh and station of middle level to Chtaïba being a correlation with temperature but not correlate with temperature in high altitude of El-Ghorra station. Also, we sign that grasshopper appearance it not relationship with the rain and aridity subscript in the three stations.

The frequency pasture is reflect negatively on grasshoppers in the station of El-Ghorra and Mekhada by reducing of richness species and abundance of individual. Research of the diet of the three orthopteran species appear that only *A.patruelis* is Graminivorous, and for the two others *C. barbarus* and *O.c. sulfurescens* their diet are polyphagous. The study of stress of developpement forever to the three grasshoppers show that male appears a dissymmetry comparison with femele those not assymetry, in addition the community the station of El-Ghorra are consideration dissymmetry comparison with the others stations.

Key words : grasshoppers communities, diet, climate, geometric morphometrics, pasture.

## ص ٤٤

إن دراستنا لعشائر الجراد تمت على مستوى ثلاث أماكن و التي تقع في المنطقة المناخية الرطبة إلى شبه الرطبة ذات الشتاء المعتدل إلى الحار في الأماكن تقع على منطقة الطرف بالشرق الجزائري. كان من بين أهداف هذه الدراسة هو تقييم حالة التنوع البيئي فيما يخص رتبة الجراديات في المنطقة بهدف وضع خطط للمحافظة على هذا التنوع من الحشرات.

فيما يخص مواقع الدراسة فهي تختلف في مستوى الارتفاع عن سطح البحر و على مستوى التنوع النباتي و منه فهي تختلف من حيث التنوع البيئي لرتبة الجراديات. فيما يخص نتائج الدراسة فقد توصلنا إلى إحصاء 19 نوعا من الجراد. كل موقع من الدراسة يتفرد بغناه الخاص فيما يخص هذه الرتبة من الحشرات. تطرقنا كذلك لدراسة تأثير المناخ على تصرف هذه الرتبة و وجدنا أن هناك علاقة وطيدة بين الحرارة و الحشرات قيد الدراسة. فيما يخص التساقط توصلنا لعدم وجود أي علاقة بين تطور الحشرات و هذه الأخيرة (الإمطر) و كذلك بالنسبة لعامل الجفاف. نسبة تواتر الرعي في أماكن الدراسة بين العلاقة الموجودة بين تطور الأنواع و عدد الأفراد في الثلاث مواقع المدروسة حيث لاحظنا أن حشرات منطقة مستنقع المخذة تكثر كثيرا بنسبة الرعي المرتفعة في المنطقة حيث وجدنا أن عدد الأفراد منخفض جدا مقارنة بالمنطقتين الأخرتين. تمت كذلك دراسة النظام الغذائي لثلاث أنواع من الجراد و التي أظهرت أن نوع الجراد *A. patruelis* ذو نظام غذائي يعتمد على عائلة النجيليات أما فيما يخص النوعين الآخرين *C. barbarus* و *O.c. sulfurescens* فنظامهما الغذائي متنوع يعتمد على أنواع كثيرة من النباتات. آخر دراسة قمنا بها كانت تخص تشابه نقاط التلاقح أو التباعد لدى الأجنحة العلوية لهذه الحشرات. عدم تباين هذه النقاط في أماكنها عند أفراد الذكور مقارنة بإناث كما أن عشائر الحشرات في الغرة وضحت نمو غير طبيعي لدى هذه.

# Introduction

Comme de nombreux autres groupes d'invertébrés, les Orthoptères restent mal connus au public. Ils font pourtant partie des insectes les plus familiers de notre environnement quotidien. Ce sont des insectes paurométaboles, caractérisés par leurs pièces buccales broyeuses, leurs pattes postérieures sauteuses et leurs ailes antérieures coriaces (BOITIER, 2008).

Généralement abondants et bien répandus, leur identification est relativement aisée. Il est maintenant bien établi pour ces raisons notamment que l'on peut les considérer comme de bons indicateurs de l'intégrité des écosystèmes terrestres. S'agissant d'insectes très mobiles, ils sont en effet très réactifs aux modifications de leurs milieux de vie. En particulier, de nombreux travaux ont pu mettre en évidence que la répartition des espèces dépendait, outre les facteurs bioclimatiques, de la structuration de la végétation.

Leur présence, l'abondance et la diversité des espèces constituent donc des paramètres pertinents pour l'évaluation de la valeur écologique des milieux naturels. Ils constituent à ce titre un sujet de choix pour tout ce qui concerne les problématiques de gestion et de conservation, et plus particulièrement celles concernant les milieux ouverts (BARATAUD, 2005).

En Algérie, à la fin du XXe et à l'aube du XXIe siècle, les orthoptères suscitent un intérêt grandissant tant dans la diversité acridofaunique des milieux que pour les espèces de locustes endémiques et considérées comme fléau des milieux cultivés, surtout *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria* et *Dociostaurus maroccanus*.

De nombreux travaux de thèses sont réalisés depuis plus de deux décennies citons, BOUANANE (1993), KHIDER (1994) sur le criquet marocain et LOUVEAUX et al (1996) en Maroc. SEDDIK (1994), BENDOU (2001), BENFEKIH (2006) sur *Locusta migratoria*, BELHADI (2005), GUENDOZ-BENRIMA (2005) et LAZAR (2005) sur *Schistocerca gregaria* dans le sud Algérien.

Une longue liste de références a trait à plusieurs autres travaux d'inventaire, d'études bioécologiques et de régime alimentaire des espèces ont été réalisés à partir de l'année 1989, à titre d'exemples, il s'agit de FELLAOUINE (1989) à Sétif, OUELD TALEB (1991) en Mauritanie, BRIKI (1991) à Dellys, DOUMANDJI et al (1991) à Lakhdaria, DOUMANDJI-MITICHE (1992) dans la région de Dellys (Alger), TOUATI (1992) dans le littoral oriental Algérois, GUENDOZ-BENRIMA (1993) dans la Mitidja, MEZREB (1993) à Tizi ouzou, ZERGOUN (1994) à Ghardaïa, KHOUDOUR (1994) à Bordj Bou Arreridj, KHIDER (1994) à Sidi Bel Abbès, BELHADJ (1995) à Bordj El Kiffan, MOHAMEDI (1996) à Chlef, GADOUM (1997) à Tizi Ouzou, BRIKI (1999) dans la région de Ouargla, CHEBOUTI (2001) à M'sila, LECHLAH (2002) dans la région d'El Oued, KHERBOUCHE (2003) dans la région d'Akbou,

D'autres études sur la physiologie de la reproduction des espèces d'orthoptères sont également réalisées. On peut citer les travaux de HACINI, (1992) sur le littoral oriental Algérois ; BENABBAS, (1991) ; BEN TAMER, (1993) à Tizi Ouzou et d'autres

Les orthoptères sont sensibles aux changements survenant dans leur habitat. En Europe, de nombreuses espèces d'orthoptères sont actuellement menacées d'extinction par les atteintes à l'environnement. Beaucoup ont considérablement décliné d'après BELLMANN *et al.*, (1995). Cet auteur explique que les espèces sténoèces hautement spécialisées, colonisent pour la majorité les milieux occupés par l'agriculture intensive, de même que celles inféodées aux milieux humides, qui se sont considérablement raréfiées voire éteintes localement.

Le recul des espèces xérothermophiles est également impressionnant (HARZ, 1984 in BELLMANN, 1985). Certaines sont rares et/ou très localisées, telle que l'Oedipode aigue-marine (*Sphingonotus caeruleans*), (ANONYME, 2009). Ainsi, SARDET et DEFAUT., (2004), mentionnent par ailleurs, la vulnérabilité des espèces acridiennes vis-à-vis des changements globaux de l'environnement, dans le département du Limousin en France. Parmi 14 taxons d'orthoptères, trois espèces sont à surveiller appartenant aux genres *Omocestus* et *Stenobothrus* avec *Stetophyma grossum* et 2 espèces sont menacées (*Chorthippus montanus*, *Oedipoda germanica germanica*). Ainsi, 37 % de la faune orthoptérique française (soit 79 espèces) mérite un état de veille (ANONYME, 2005). Soulignons que le Criquet des dunes et l'Oedipode occitane est maintenant classés en statut 2 dans la liste rouge correspondant au domaine méditerranéen, ce qui signifie qu'il s'agit d'une espèce fortement menacée d'extinction.

En Suisse, la liste rouge des orthoptères (sauterelles, grillons et criquets) comprend 40 espèces menacées sur 105 espèces examinées (publiée par l'Office fédéral de l'environnement : OFEV). Les plus touchées sont celles qui vivent dans les zones alluviales, les marais et les prairies sèches. De ces 40 espèces, 19 sont vulnérables, 8 sont en danger, 10 au bord de l'extinction et 3 sont déjà éteintes (ANONYME, 2008).

**L'importance des espèces acridiennes réside dans leur place dans la chaîne alimentaire. Les orthoptères jouent un rôle primordial dans le régime alimentaire des différentes espèces animales et surtout des espèces d'oiseaux. De plus, ils sont de bons indicateurs de l'état de la biodiversité et du degré de vulnérabilité de l'écosystème.**

**Dans la région d'El-Tarf les travaux sur l'acridofaune sont peu nombreux, (BOUROUH, 2001 ; DJEDDI et HARRAT, 2004) . Nous avons donc jugé utile d'établir un inventaire orthoptérique de la région et étudier la richesse et la structure des peuplements d'orthoptères, sachant que la région de l'extrême nord-est algérien est considéré comme un réservoir de la biodiversité, du fait de la présence du Parc national d'El-Kala qui est aussi un milieu d'un apport socio-économique et culturel indéniable.**

**Notre présente étude s'articule autour de cinq chapitres qui se présentent comme suit :**

**Après une synthèse bibliographique sur l'ordre des orthoptères et leur place dans la chaîne trophique des oiseaux en particulier et d'autres groupes d'animaux, une description de la région d'étude est présentée dans le second chapitre. Dans le troisième chapitre, nous décrivons les trois stations du parc choisies ainsi que la méthodologie d'étude adoptée envers les paramètres de l'étude. Uzn quatrième chapitre aborde les résultats de la description des stations et leur caractérisation par la végétation à l'aide de la méthode phytosociologique, des paramètres écologiques sont utilisés afin d'étudier les communautés orthoptériques et une étude de l'écologie trophique de trois espèces acridiennes et de leur stress de développement sont**

effectuées. Dans le cinquième chapitre, nous discutons les différents résultats par rapport aux facteurs climatiques et l'effet du pâturage.

# Chapitre I : Synthèse biobibliographique

## I-1- Éléments de bio systématique et d'écologie

Parmi les 3/4 des espèces animales connues soient 750 000 espèces d'insectes,(BERLAND, 1963), les espèces d'orthoptères connues sont de l'ordre de 30 000 espèces dont 60 à 100 000 pouvant exister. Toutefois, les chiffres donnés sont certainement très au-dessous de la réalité.

Les orthoptères sont des *Arthropodes*, appartenant à la Classe des *insectes*, à la sous classe des *Ptérygotes*, au super ordre des *Orthoptéroïdes* et à l'ordre des *Orthoptères* (CHOPARD, 1943 ; AYRAL, 1969; DURANTON *et al.*, 1982 ). Ces insectes ont tendance à coloniser surtout les terrains découverts. Ils sont liés aux milieux forestiers dans les régions tempérées, (DAJOZ, 1998).

Sur le plan morphologique, ce sont des insectes sauteurs remarquables par leurs cuisses longues, leurs jambes très épineuses, les mâles ayant un appareil stridulant. Les élytres forment une sorte de toit à deux pentes ou sont appliqués horizontalement sur l'abdomen. Les ailes postérieures sont repliées en éventail, l'abdomen à 10 segments est terminé par des cerques uni-articulés, l'oviscapte est bien développé. Les adultes possèdent des tympans auditifs.

L'ordre des orthoptères comporte deux sous-ordres : Le Sous ordre des Ensifères dans lequel on trouve les anciens Locustides, les Gryllides notamment ; et le Sous ordre des Caelifères, correspondant aux acridiens (BORNANCIN et PUIG, 1981). Ces derniers ont des antennes et un oviscapte courts. Ils émettent des sons par frottement du fémur postérieur contre une nervure élytrale.

Différentes classifications sont révisées depuis les travaux de CHOPARD (1943), DIRSH (1965), DURANTON *et al.*,(1982), celle de LOUVEAUX et BEN HALIMA (1987). Une systématique détaillée des espèces acridiennes sont proposée sur le site internet *Orthoptera on line* avec la classification des sous-familles, tribus et sous espèces avec différents néotypes.

La famille des Acrididae comprend des espèces poekilothermes, très dépendantes de la température ambiante. Pour limiter les variations de leur température interne, ces espèces montrent des adaptations comportementales. La température est ainsi un facteur discriminant majeur. Elle module l'activité générale, la vitesse du développement, le taux de mortalité et a un impact important sur la distribution géographique des espèces (RAMADE, 1994).

Les acridiens sont soit oligophages soit polyphages. Selon MESTRE (1988),ils consomment essentiellement des végétaux graminoides et des dicotylédones, certains ne consomment pour la plupart que des graminéesBELLMANN (1995). Des spécialisations existent pour les Poaceae, les Fabaceae ou à certains organes tel que les feuilles, les fleurs et les fruits. La quantité et la qualité de l'alimentation influencent par ailleurs sur la natalité et la mortalité des populations (DURANTON *et al.*,1982).

On distingue 3 états biologiques au cours de la vie des Acridiens : l'œuf, la larve et l'imago (DURANTON *et al.*, 1982). Les œufs sont déposés sur ou dans les plantes. Les larves vivent dans la végétation à la surface du sol, sur les plages de sol nu ou sur la végétation à différentes hauteurs selon qu'il s'agit d'herbes, d'arbustes ou d'arbres ou peuvent encore pénétrer dans les fissures du sol. La larve d'un acridien passe par plusieurs stades au cours de son développement : de 4 à 8 stades larvaires selon les espèces.

La durée totale de développement larvaire est de 18 à plus de 8 mois selon toujours les espèces et les conditions de l'environnement. La vie imaginale est consacrée surtout à l'alimentation pour augmenter le poids des individus en accumulant des corps gras. Le poids des mâles se stabilise alors que les femelles continuent à augmenter leurs poids pour la maturation des ovocytes afin de préparer leurs futures pontes, qui sont de deux oothèques en moyenne dans les conditions naturelles. Beaucoup d'espèces acridiennes présentent, au cours de leur développement, un stade d'arrêt ou diapause qui peut, suivant les espèces, intéresser l'œuf, ou l'adulte et au cours duquel les échanges respiratoires et métaboliques diminuent (HOUE et CHANTON, 1978).

On distingue des espèces univoltines, et des espèces plurivoltines, le nombre maximal des générations étant de 5 générations par an. Il y a par contre des espèces qui ont besoin de 2 ans et plus pour effectuer un cycle complet, particulièrement dans les régions froides et très arides.

Il existe un grand nombre d'ennemis spécialisés des orthoptères. Parmi les diptères, de nombreux *Conops* (*Conopidae*) et *Tachinaires* (*Tachinidae*) sont parasites d'orthoptères, (BELLMANN, 1995). En Algérie, les Orthoptères sont attaqués par plusieurs maladies à *Beauveria*, à *Metarhizium*, et à *Bacillus thuringiensis* ou *B. subtilis* qui ont conduit à une mortalité importante des populations dans des conditions contrôlées : sur *Shistocerca gregaria* (OUTAR, 2006 et 2009) sur *Locusta migratoria* (ALLACH, 2005), *Dociostaurus maroccanus* (CHAOUCH, 2009). Dans les conditions naturelles, la spécialité commerciale le « Green Muscle » à base de *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* a été utilisée avec efficacité sur *S. gregaria* dans le sud algérien dans la région de Biskra, d'après les services du département de surveillance et de lutte anti acridienne à l'I.N.P.V. d'El-Harrach.

Les Acrididae peuvent être parasités par des acariens rouges appartenant à l'espèce *Trombidium parasitica*, qui se fixent soit sur les nervures des ailes métathoraciques, ou au niveau des membranes intersegmentaires thoraciques et abdominales et parfois sur les pattes. Pratiquement toutes les espèces de Caelifères sont parasitées par le *Trombidium parasitica* (DOUMANDJI MITICHE et DOUMANDJI (1994), BENFEKIH *et al.*, 1996).

De nombreux prédateurs peuvent également chasser et se nourrir d'œufs, de larves et d'adultes de ces insectes (GREATHED *et al.*, 1992, POPOV *et al.*, 1996). Différents autres travaux de thèse en Algérie se sont penchés sur l'écologie trophique des oiseaux insectivores qui consomment très souvent des orthoptères avec des pourcentages non négligeables, toutefois, l'efficacité de ces prédateurs n'est qu'occasionnelle de manière générale (MOALI.GRINE, 1994 ; LAZLI, 2003)

Si certaines espèces d'orthoptères sont menacées d'extinction par les atteintes à l'environnement (BELLMANN, 1995), il n'en demeure pas moins que les espèces grégariques restent toujours en période d'invasion un fléau pour l'humanité.

---

## **I-2- Orthoptérofaune de l'Est Algérien**

Nous avons fait état des peuplements orthoptériques étudiés par différents auteurs depuis 1994 à 2008 afin de voir s'il y a une constance des principales espèces dans les différents milieux étudiés. Citons d'après la bibliographie les travaux de DJEDDI (2004) au niveau de la subéraie d'El-Kala à Boumerchène et Brabtia qui a trouvé 22 espèces d'Orthoptères, représentant 23.40 % de l'entomofaune globale.

Trois stations ont été explorées par HARRAT (2004) dans la région d'El-Tarf, présentant en totalité 26 espèces réparties en deux familles. Il s'agit de 30 espèces inféodées à la jachère, 20 espèces appartenant à la prairie humide et 23 espèces rencontrées dans la station d'un maquis bas dégradé.

L'inventaire de l'acridofaune dans la région de Sétif a révélé 32 espèces appartenant aux trois familles (Pamphagidae, Pyrgomorphidae et Acrididae) (SOFRANE *et al.*, 2007). Selon BOUGUessa *et al.*, (2007), 21 espèces acridiennes ont été inventoriées dans la région de Tébessa, appartenant à la famille des Acrididae, les deux espèces dominantes étant *Anacridium aegyptium* et *Acrotylus patruelis*. BENKENANA *et al.*, (2008), ont trouvé 30 espèces acridiennes dans la zone semi aride de Constantine et Oum El Bouaghi réparties en 4 familles, la plus riche en espèces étant celle des Acrididae.

BOUROUH (2001), a inventorié dans la région d'El-Tarf, 23 espèces, au total dans une prairie naturelle à *Cynodon dactylon*, un maquis avec *Pistacia lentiscus*, une prairie humide du lac Oubeïra et une station cultivée d'arachide. Dans la région de Guelma, il a trouvé 24 espèces de Caelifera lors de l'exploration aussi de 4 stations : Prairie naturelle, Friche (paille de blé tendre), au niveau du Oued Guelma, et Milieu cultivé (composé d'un verger de poirier et de cultures maraichères). Tandis que BOUACHA (2001), en a inventorié 16 espèces d'orthoptères (Caelifères) à Souk Ahras dans la forêt de Boumezran-Aïn zana.

Dans la région de Bordj Bou Arreridj, KHOUDOUR (1994), signale que la richesse totale en orthoptères est de 19 espèces (tableau 1) dans trois milieux à différentes altitudes (entre 1000 m et 1600 m) : Une friche caractérisée par des friches et des maquis dégradés peu pâturés avec une végétation ligneuse et quelques plantes annuelles.

Le même tableau rassemble la liste des espèces d'orthoptères retrouvés dans les différentes régions prospectées de l'est algérien.

## Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).

Espèce acridienne	El Tarf	Guélna	Souk Ahras	Bordj Bou Aseridj
<i>Parasaitis meridionalis</i> (Tetrigidae)	+	-	-	-
<i>Acrida turrita</i>	+	-	-	+
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	+	-	+	-
<i>Oedipoda caerulea sulfurea</i>	+	+	+	+
<i>Tetrix</i> sp	+	-	-	+
<i>Aiolopus strepens</i>	+	+	+	-
<i>Omocestus lucazi</i>	+	+	-	-
<i>Aiolopus thalassinus</i>	+	+	+	+
<i>Omocestus ventralis</i>	+	-	-	-
<i>Acridella pharaonis</i>	+	+	-	-
<i>Pamphagus elephas</i>	+	-	-	-
<i>Acrotylus longipes</i>	+	-	-	-
<i>Pezotettix giornae</i>	+	+	+	+
<i>Acrotylus parvulus</i>	+	+	+	+
<i>Platyspina fulvicornis</i>	+	+	-	-
<i>Anacridium aegyptium</i>	+	+	-	+
<i>Pyrgomorpha conica</i>	+	-	-	-
<i>Calliptamus barbarus</i>	+	+	+	+
<i>Sphingonotus finalianus</i>	+	+	-	-
<i>Calliptamus walterwylianus</i>	+	+	+	+
<i>Thalpinomena algeriana</i>	+	+	+	+
<i>Doclostaurus jagot jagot</i>	+	+	+	+
<i>Thizosternus</i> sp	+	-	-	-
<i>Eyprepocnemis plorans</i>	+	-	-	-
<i>Tropidopola cylindrica</i>	+	+	-	-
<i>Locusta migratoria cinerascens</i>	+	-	-	+
<i>Euchorthippus albolineatus</i>	+	+	-	-
<i>Doclostaurus maroccanus</i>	+	-	+	+
<i>Omocestus raymondii</i>	+	+	+	-
<i>Acrotylus inubricus</i>	+	+	+	-
<i>Oedipoda miniata</i>	-	+	+	-
<i>Ocnosidia tibialis</i>	-	-	+	-
<i>Pamphagus elephas</i>	-	-	+	+
<i>Aiolopus strepens</i>	-	+	+	+
<i>Omocestus ventralis</i>	-	-	+	-
<i>Truxalis nasuta</i>	-	-	-	+
<i>Ocnosidia volxemi</i>	-	-	-	+
<i>Ocnosidia microptera</i>	-	-	-	+
<i>Pyrgomorpha cognata</i>	-	-	-	+
<i>Sphingonotus diadematus</i>	-	+	-	-
<i>Sphingonotus aurescens</i>	-	+	-	-

**Tableau 1** : Liste systématique des espèces acridiennes dans quelques régions de l'est algérien. HARRAT (2004), BOUROUH (2001), BOUACHA (2001), KHOUDOUR (1994).

### I-3- Place des orthoptères dans le régime alimentaire des animaux

Les orthoptères sont les proies de plusieurs animaux, ils jouent un rôle écologique très important car ils rentrent dans le régime alimentaire de plusieurs types d'animaux et surtout les oiseaux. Il existe des animaux à régime alimentaire exclusivement basé sur des orthoptères (BELLMANN, 1995).

#### I-3-1- Cas des oiseaux insectivores

Nous avons reporté dans le tableau 2 ci après les principales espèces aviennes consommant des insectes dont l'ordre des Orthoptères.

Nom commun	Nom scientifique	Proies	Références
Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>	Orthoptères : 79,8% ( <i>Eurygaster integriceps</i> : 94,9%, <i>Anacridium aegyptium</i> : 2,5%, <i>Locusta migratoria</i> : 1,5) Coléoptères : 15,8% les orthoptères correspondent à 35,1%, ils appartiennent à différentes espèces notamment à <i>Eurygaster integriceps</i> , <i>Certerius migratorius</i> et <i>Conispermus horreorum</i> . Le héron garde-bœufs est un insectivore consommant surtout des orthoptères	HAMADACHE, 1992 (Kényes), DOUMANDJI & DOUMANDJI-MITICHE, (1994) DENIS BREDDIN, (1983), KIRKPATRICK (1915), VINCENT (1947), ADLEFLEISS (1955), VESEY-FITZGERALD (1955), VALVERDE (1958), DEAN (1964), ELAKER (1965), SIEGFRIED (1966) c 1971 b); in BREDDIN, (1983)
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i> <i>Urocyonurus</i>	Chenilles (80%) et Araignées (8%), Orthoptères (5%), les Orthoptères sont les plus lourds (0,1 g poids frais) par rapport aux Chenilles et aux Araignées (0,06 g et 0,03 g)	LAZLI, (2003)
huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	Larves d'Orthoptères	MENEGAUX (1932), LAAMARI (1986), BOLOGNA (1980), ANDREW'S (1984), in DOUMANDJI & DOUMANDJI-MITICHE, (1994)
Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i> <i>ruficeps</i>	Consomme essentiellement des Orthoptères avec des Hyménoptères, des Diptères, Hémiptères et des Coléoptères.	BRAHMA, (1993)
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	L'absence de criquets en abondance est une chance pour cette espèce qui s'en nourrit surtout en zones d'invasion. En une journée, un individu de cigogne blanche peut consommer jusqu'à 100 imago et 300 larves	MOALI-GRINE (1994), CRAMP et SIMMONS, (1977), BARBRAUD & BARBRAUD, (1997); BARBRAUD et al, 2002 in SAFOUNI (2005)
Faucon crécerelliate	<i>Falco naumanni</i>	L'examen de 25 097 nests de proies capturés par des Crécerelliates d'Autriche a donné les résultats suivants : grillon champêtre (40,3 %), courtilière (28,2 %), grande sauterelle verte (11,8 %)	DORST, 1993
Ouïste canepetière	<i>Totanus totanus</i>	Les jeunes se nourrissent en majorité de petites sauterelles	
Charrle à collier	<i>Glaucopis griseicola</i>	Insectes (coléoptères, sauterelles, criquets) exclusivement	
Vanneau sociable	<i>Chenais gregarius</i>	Insectes (coléoptères, sauterelles et chenilles, papillons et criquets) principalement, mais également quelques végétaux.	
Stemehannié	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Insectes (criquets, sauterelles) et amphibiens principalement, mais aussi quelques petits lézards, rongeurs et oiseaux.	ANONYME, 1992
Petit-buc scope	<i>Otus scops</i>	Gros insectes (grillons, sauterelles, criquets, coléoptères, papillons nocturnes) principalement.	
Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>	Vers de terre et gros insectes (surtout courtilières, grillons, sauterelles, criquets et papillons nocturnes) principalement.	
Rollet d'Europe	<i>Coracias garrulus</i>	Gros insectes (criquets, grillons, sauterelles,	
Alouette calandrie	<i>Melospiza coropis</i>	Insectes (Coléoptères, Fourmis, Criquets, Sauterelles) principalement, aussi quelques graines.	
Merle de roche	<i>Motacilla alba</i>	Gros insectes (Coléoptères, Chenilles, Criquets et Sauterelles) principalement.	
Merle bleu	<i>Motacilla alba</i>	Insectes (Sauterelles, Criquets, Grillons, Chenilles et Papillons),	
Pie-grièche à poitrine rose	<i>Podiceps rosalia</i>	Insectes (Mouches, Coléoptères, Sauterelles, Papillons...) et araignées principalement.	
Etrouneau soiein	<i>Sturnus roseus</i>	Insectes (criquets principalement).	
Buau montagn ou buau cendre	<i>Circus pygargus</i>	37% d'insectes, avec dominance des Orthoptères, des Libellules et des Coléoptères	DORST, (1993)
Buue variable	<i>Buteo buteo</i>	Parmi les insectes, un vaste choix d'Orthoptères, Coléoptères, Hyménoptères et Lépidoptères	

Tableau 2 : Insectes et orthoptères proies des oiseaux insectivores.

### I-3-2- Cas des Insectes

Des insectes carnivores mangent d'autres insectes (photo 1). C'est le cas des Mantoïdes. La Mante religieuse (*Mantis religiosa*) dont les larves et les adultes se nourrissent de mouches, sauterelles, criquets et papillons notamment.



**Photo 1 :** Mante religieuse (*Mantis religiosa*) mange un criquet,  
(CHINERY et al, 1983)

DORST(1993),signale que les hyménoptères tels que fourmis et bourdons s'attaquent aussi aux criquets, Les larves des guêpes fouisseuses mangent les proies entreposées dans le nid (chenilles, mouches, sauterelles, pucerons, araignées) (photo 2).



**Photo à droite en haut:** Un groupe d'ouvrières s'appropriant à découper en morceaux une sauterelle (CHINERY et al, 1983)  
**Photo de gauche en haut** ouvrières de *Formica rufa* avec un criquet capturé (SINABRUNN, 1994)



**Photo à gauche en bas** *Sphex rufocinctus* avec une sauterelle capturée (Cyrtaspis scutata) (SINABRUNN, 1994)



**Photo à droite en bas** un hyménoptère attaque une sauterelle pour nourrir sa larve (LE GARFF, 1991).



**Photo au milieu:** *Tachysphex panzeri* transportant un Gomphocère tacheté (*Mirmaleotettix macularius*) (SINABRUNN, 1994)

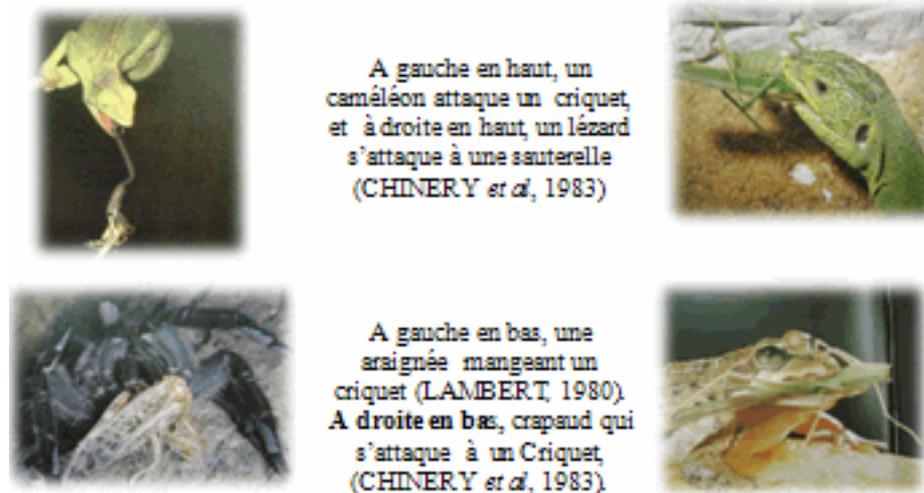


**Photo 2 :** Différentes espèces d'hyménoptères se nourrissant d'orthoptères.

### I-3-3- Cas des Aranéides, des Reptiles et des Batraciens

---

Les Aranéides mangent aussi des orthoptères, Les reptiles de toutes sortes attaquent les criquets et les sauterelles. Lézards et serpents lorsqu'ils sont jeunes mangent parfois des insectes et d'autres invertébrés (LE GARFF, 1991)(photo 3).



**Photo 3 : Prédation des orthoptères par les Reptiles, les Batraciens et les Arachnides.**

Nous avons résumé dans le tableau ci-dessous les différentes espèces de Reptiles et Batraciens se nourrissant d'orthoptères

Nom commun	Nom scientifique	Proies	Sources
Grenouilles et crapauds	<i>Discoglossus sardus</i>		
Grenouille de lessonae	<i>Rana lessonae</i>	Les batraciens ou amphibiens comme le Discoglosse sardie attaquent les criquets.	CHINERY <i>et al.</i> , (1983)
Grenouille rousse	<i>Rana temporaria</i>		
l'Acanthodactyle vulgaire	<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	Consomme des criquets, parfois trouvé entier, dont une seule espèce identifiée <i>Calliptamus barbarus</i> et 3 autres présentes (non identifiées).	DJELLALI, (2005)
Tarente de mauritanie : (Reptiles, Squamates, Geckonidés)	<i>Tarentola mauritanica</i>	Régime alimentaire à base d'Insectes (papillons nocturnes, moustiques, grillons, sauterelles),	
Seps tridactyle (Scincidés)	<i>Chalcides chalcides</i>	Insectes (coléoptères, chenilles, grillons, sauterelles),	
Lézard de bedriaga (Lacertidés)	<i>Archaeo lacerta</i>	Insectes (sauterelles, grillons, coléoptères),	
Lézard montagnard (Lacertidés)	<i>Archaeolacerta monticola</i>	Insectes (coléoptères, sauterelles, mouches, fourmis), araignées.	
Lézard vivipare (Lacertidés)	<i>Lacerta vivipara</i>	Insectes (fourmis, sauterelles...), araignées, cloportes, acariens.	
Lézard hispanique (Lacertidés)	<i>Podarcis hispanica</i>	Araignées, Insectes (coléoptères, chenilles et sauterelles) principalement,	ANONYME, (1992)
Lézard des murailles (Lacertidés)	<i>Podarcis muralis</i>	Insectes (mouches, coléoptères, sauterelles...) et araignées principalement.	
Lézard des ruines (Lacertidés)	<i>Podarcis sicula</i>	Insectes (mouches, coléoptères, sauterelles, papillons...) et araignées principalement,	
Psammodrome algire (Lacertidés)	<i>Psammobromus algirus</i>	Petits Insectes (sauterelles, grillons, coléoptères, fourmis) essentiellement	
Psammodrome d'Edwards (Lacertidés)	<i>Psammobromus hispanicus</i>	Petits Insectes (mouches, criquets, fourmis, coléoptères) et leurs larves,	
Couleuvre à échelons (reptiles, Squamates, Colubridés)	<i>Elaphe scalaris</i>	Les jeunes se nourrissent d'insectes (sauterelles), de lézards et de jeunes rongeurs.	
Vipère d'Orsini (vipéridés)	<i>Vipera ursinii</i>	Gros insectes (sauterelles et criquets) principalement,	

**Tableau 3 : Différentes espèces de Reptiles et Batraciens se nourrissant d'orthoptères.**

### I-3-4- Cas des Mammifères

Les mammifères aussi mangent des orthoptères comme la souris marsupiale à museau étroit (*Planigale tenuirostris*), le plus petit des marsupiaux (photo 4). Elle peut dévorer une sauterelle aussi grande qu'elle, qu'elle mâche avec ses nombreuses dents pointues et acérées. Cet animal vit dans les régions herbeuses et sèches d'Australie (CHINERY *et al*, 1983).



**Photo 4 :** *Souris marsupiale à museau étroit (Planigale tenuirostris) dévore une sauterelle.*

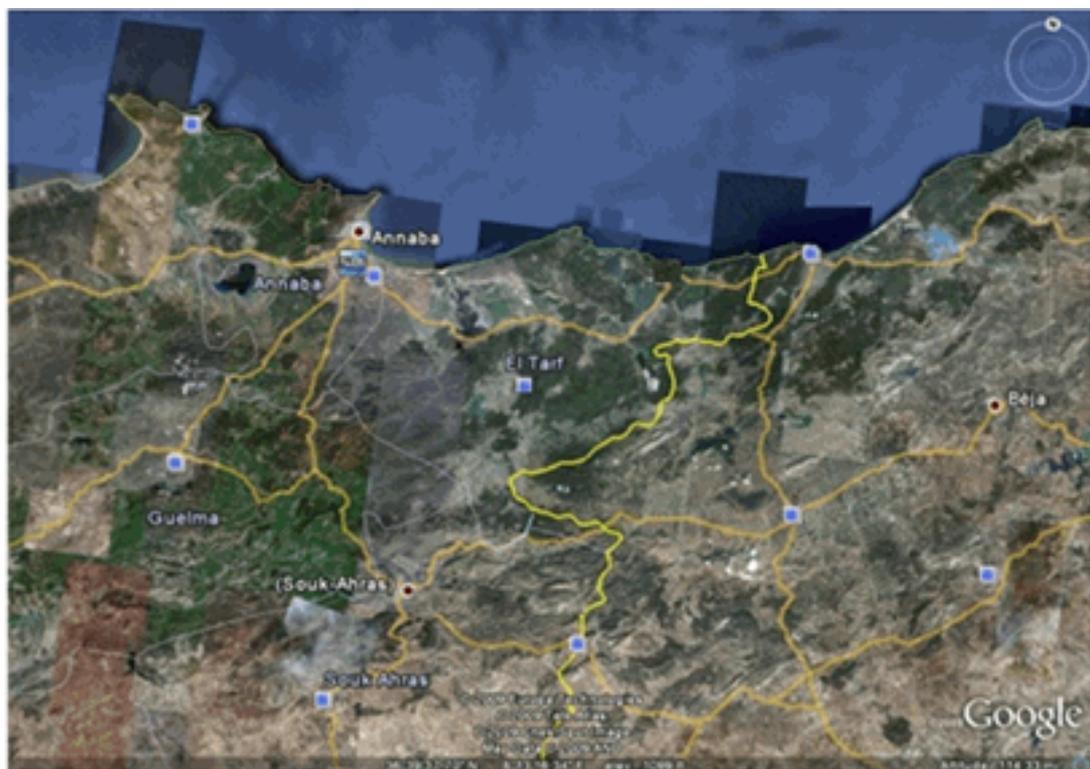
CHINERY *et al* (1983).

# chapitre II : Étude du milieu

## II-1- Caractéristiques de la région d'étude

### II-1-1- Situation géographique de la région d'El-Tarf

La région d'étude est située dans l'extrême nord-est du pays. Elle est limitée, au nord par la mer méditerranée, au sud par les Wilayates de Guelma et Souk Ahras, à l'est avec la limite d'état de la Tunisie, et à l'ouest par la Wilaya d'Annaba (fig. 1).



- Limite région
- Limite d'état
- Wilaya

**Figure 1** : Carte de situation géographique de la région d'El-Tarf.

Sa superficie totale est de 2898,04 Km<sup>2</sup>, dont 84031 ha de superficie agricole totale, et une superficie forestière de l'ordre de 166 310, 97 ha de forêts La région est caractérisée par la production de la tomate industrielle (1100000 qx), des cultures maraîchères (1170000 qx), et des productions ovines, bovines, et la production de miel...etc (D.P.A.T., 1993).

### II-1-2- Relief

La région est caractérisée par un relief très accidenté représentant 59,4 % de la superficie totale. Toutefois cet ensemble montagneux est entrecoupé par des dépressions qui constituent de petites plaines (D.S.A., 1993). Dans l'ensemble, le relief est élevé et accidenté au sud et sud-est. On peut diviser La région d'étude en 4 zones naturelles ; les monts de la Medjerda, la montagne de la frontière Algéro-Tunisienne nord, la montagne septentrionale et les dépressions intramontagnardes.

### **II-1-3- Pente**

---

La région est dominée par les hauts piémonts et des montagnes qui totalisent plus de 80 %, ceci explique nettement le caractère montagneux de la région d'étude.

La classe 1 occupe une superficie de 14 200 ha soit 8,85 % de la superficie totale, ces terrains sont à vocation agricole ; la classe 2 occupe 10,37 % et correspond au bas piémont et collines, la classe 3 avec une superficie de 33 300 ha soit un pourcentage de 20,76% et correspond aux zones de moyenne montagne et aux versants de Djebel Adeda, Oum Skek. La dernière catégorie est la plus importante puisqu'elle couvre plus de 59 % de la superficie totale. Plus de 33 % de cette classe se localise dans les communes de Bougous, Hammam Beni Salah, Chihani et Zitouna. Pour les restes des communes, elle ne concerne que 20 à 30 % de la superficie de ces communes (D.S.A., 1993).

### **II-1-4- Hydrologie**

---

La région est drainée par un réseau hydrographique très dense dont les principaux oueds sont : oued El-Kebir, oued Bounamoussa et oued Seybousse, les deux principaux bassins versants sont ceux de oued Kebir et oued Seybousse. La région est aussi riche en eaux souterraines (plusieurs sources), des barrages, des lacs et des retenues collinaires (D.S.A., 1993).

### **II-1-5- Géologie**

---

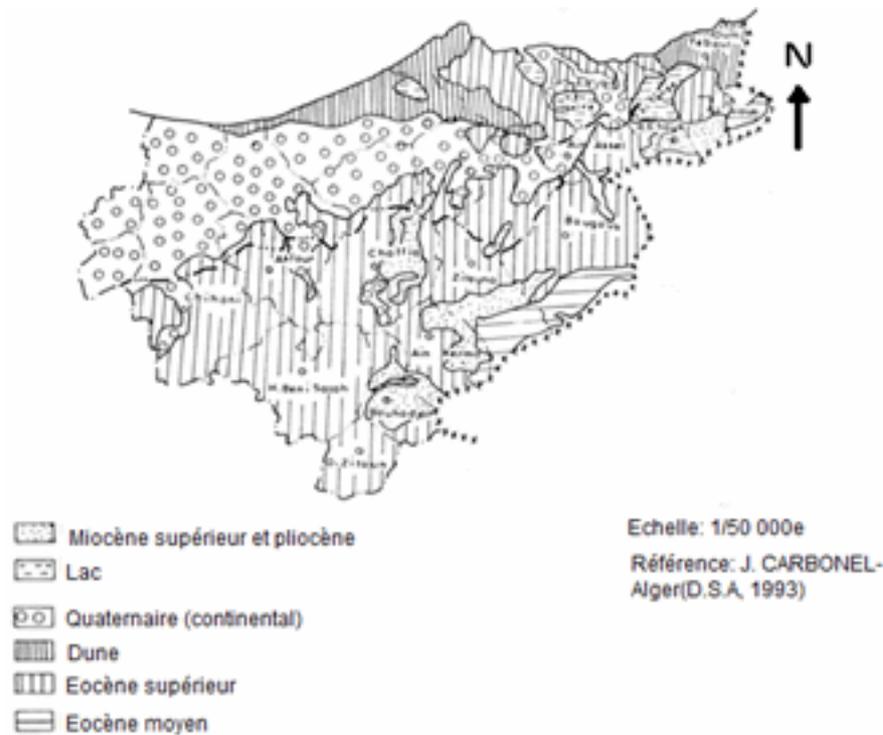
Du point de vue géologique, la région d'El-Tarf est constituée essentiellement des dépôts du crétacé et de l'éocène inférieur. La phase tectonique a provoqué des plissements anticlinaux d'orientation sud-ouest, nord-est, et la mise en place d'une série de nappes dont la nappe numidienne occupe la partie la plus importante de cette région, constituée essentiellement par des grés, (fig. 2) (D.S.A., 1993).

## **II-2- Caractéristiques climatiques de la région d'étude**

Les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes et des autres animaux (DAJOZ, 1998). La mer, l'altitude et le relief permettent de distinguer 3 grands types de climats :

- Letype sub-humide à hiver doux quicouvre toute la zone littorale et comprend une saison sèche longue et une humidité relative de l'air constante toute l'année.
- Le type sub-humide à hiver tempéré règne sur un large bande sur toute la zone sub-littorale, il comprend une saison sèche froide en équilibre toute l'année.

Le type humide à hiver frais qui caractérise la zone montagneuse et comprend une forte humidité relative de l'air et d'importantes précipitations.



**Figure 2 :** Géologie de la région d'El-Tarf.

La région d'El-Tarf est une des plus humides d'Algérie. Les seules données climatiques proviennent de la station météorologique d'El-Kala, située dans la partie nord-ouest face à la mer à 36° 54' nord de Latitude, 08° 27' est de Longitude et à une altitude de 11 m.

## II-2-1- Températures

La température représente un facteur limitant de toute importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (DAJOZ, 1975).

La partie nord de l'Algérie est située dans l'isotherme annuelle entre les courbes isothermiques 10° C à 20° C proche beaucoup plus de 20° C, dans la courbe isothermique de janvier de 10° C et la courbe isothermique de juillet supérieure à 25 °C, (SELTZER, 1946)

Toutes les températures sont réduites au niveau de la mer, le facteur de correction étant de 0.53° C pour 100 m pour la moyenne annuelle, de 0.40° C pour janvier et de 0.61° C pour juillet (DAJOZ, 1975). Le gradient altitudinal moyen annuel de température est de 0.55m par 100 m proposé par SELTZER (1946) pour l'Algérie.

Les tableaux ci-après montrent les valeurs de température de la période (1913-1945) donnée par SELTZER (1946), suivi par les valeurs moyennes des températures annuelles et mensuelles de la période (1997-2008) et de celles de l'année d'étude 2008. Nous n'avons pas pris en considération les années 2006 et 2007 en raison de données manquantes.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
m	6.1	6.4	8	9.6	12.6	16	18.7	11.4	18.1	14.2	11.6	7.3	11.66
M	10.6	11.4	13.4	15.6	18.4	21.7	24.8	25.5	24	19.9	15.6	11.7	17.71
M+m/2	8.7	9.2	11	12.9	15.9	19.2	22.2	22.9	19.5	17.5	13.5	10	15.2

**Tableau 4 :** Moyennes destempératures mensuelles enregistrées à El-Kala, période (1913-1945) d'après

SELTZER (1946).

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	Moyenne
m	15,69	14,9	15,02	16,08	15,14	15,55	15,64	17,15	15,26	14,27	15,47
M	22,8	22,32	22,48	23,05	23,16	22,97	23,44	23,52	22,65	23,29	22,97
M+m/2	19,25	18,61	18,75	19,57	19,15	19,26	19,54	20,34	18,96	18,78	19,22

**Tableau 5 :** Températures annuelles moyennes de la période (1997-2008) de la station météorologique d'El-Kala.

(Station météorologique d'El Kala, 2008).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
m	9,36	9,29	10,92	12,45	15,78	19,73	21,95	23,26	21,47	17,25	12,89	10,2	15,38
M	16,28	16,64	17,92	20,55	23,56	27,2	30,14	31,51	28,72	25,92	19,78	16,79	22,92
M+m/2	12,91	12,92	14,47	16,46	19,75	23,31	26,07	27,56	25,13	21,84	16,48	13,59	19,21

**Tableau 6 :** Températures mensuelles moyennes de la période (1997-2008),

(station météorologique d'El-Kala, 2008).

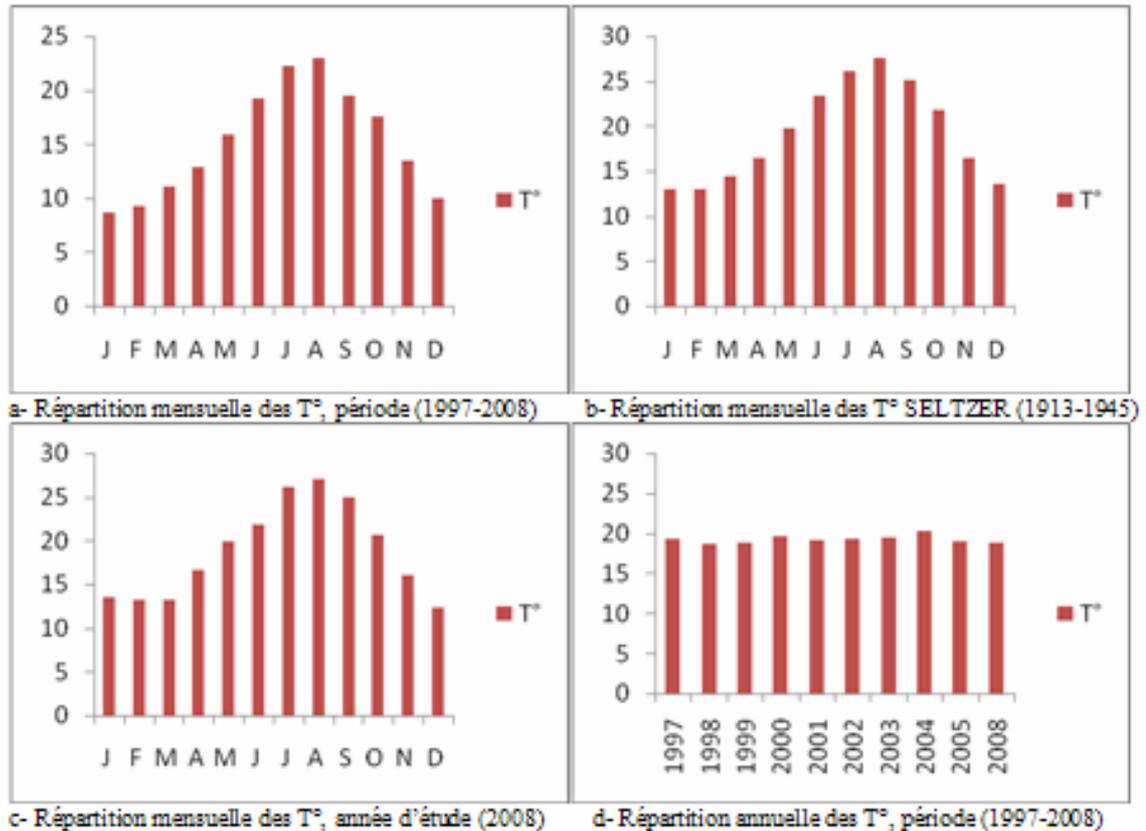
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
m	9,7	8,9	8,9	11,3	15,3	17,1	21,6	22,5	20,4	15,7	11,5	8,4	14,27
M	17,2	17,4	17,4	22	24,6	26,6	30,6	31,7	29,4	25,7	20,7	16,2	23,29
M+m/2	13,45	13,15	13,15	16,65	19,95	21,85	26,1	27,1	24,9	20,7	16,1	12,3	18,78

**Tableau 7 :** Températures moyennes de l'année d'étude (2008) enregistrées à la station météorologique d'El-Kala.

**m** : Moyenne mensuelle des températures minimales (C°), **M** : Moyenne mensuelle des températures maximales (C°), **(M + m) / 2** : Moyenne mensuelle des températures maximales et minimales

D'après la figure 3<sub>d</sub> et le tableau 5, Les températures moyennes annuelles durant la période (1997-2008) sont relativement constantes dans chaque année, nous remarquons en effet que les minimas moyens fluctuent entre 14.2 C° et 15.6 C°, sauf pendant les années 2000 et 2004 où les minimas moyens ont atteint 16.08 C° et 17.15 C° respectivement. Les maximas moyens durant cette période sont également constants, ils varient entre 22.3° et 23.5 C°. La moyenne annuelle la plus élevée étant celle de l'année 2004. Nous avons représenté dans les figures 3<sub>a</sub> et 3<sub>b</sub>, l'évolution des températures mensuelles pour les deux périodes (1913-1945) et (1997-2008). Nous constatons que les températures moyennes à chaque mois sont très différentes entre les deux périodes. Par exemple, les températures moyennes hivernales sont plus élevées durant la période (1997-2008) : elles se situent autour de l'intervalle thermique 12°-13 C° que durant la période étudiée par SELTZER (1913-1945) où elles sont plus basses entre 8° et 10 C°(fig. 3<sub>b</sub> et tableau 4).

La température moyenne de 10 ans est 19,22 C°, l'année la plus froide est celle de 1998 avec une moyenne de 18,61 C° et l'année la plus chaude est 2004 (20,34 C°). Il est à noter pour l'année 2008, que la période la plus chaude de l'année est celle qui se situe entre les mois de juillet (26,1 C°) et septembre (24,9 C°) et le mois le plus chaud est Août avec 27,1 C° (fig. 3<sub>c</sub> et tableau 7). Le mois le plus froid étant le mois de décembre (12,3 C°).



**Figure 3 :** Répartition mensuelle et annuelle des températures de la région d'El-Tarf à différentes périodes.

(SELTZER, 1946) et station météorologique d'El Kala, 2008).

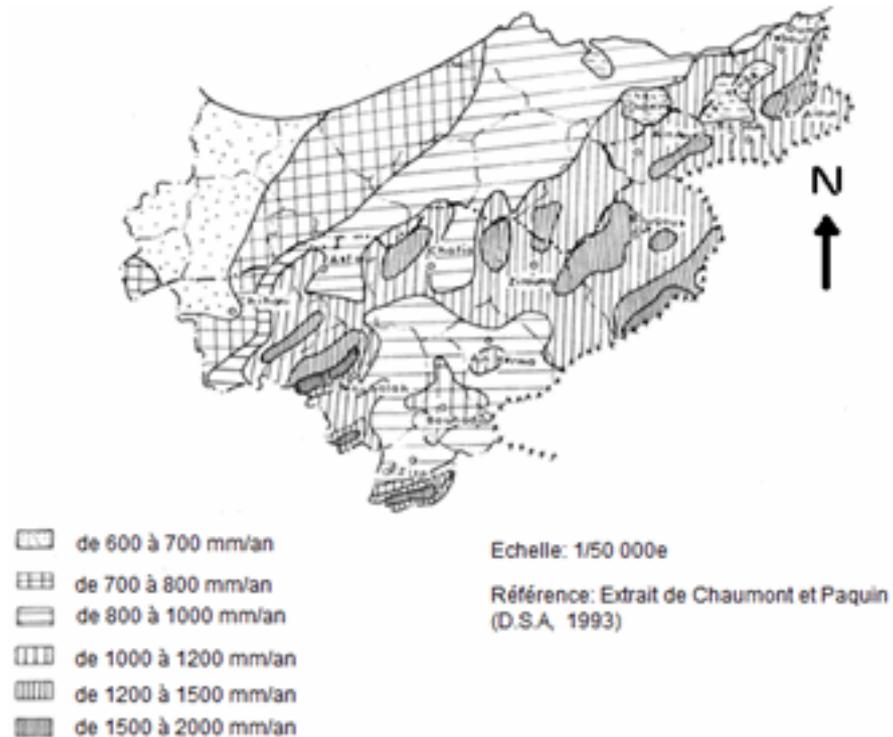
## II-2-2- Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, leur répartition annuelle est importante par leur rythme et leur valeur volumique absolue (DAJOZ, 1975).

La partie nord-est de l'Algérie reçoit une pluviosité annuelle moyenne entre 500 à 1000 mm et variables d'une année à l'autre. La hauteur des pluies varie le long du littoral, elle atteint ou dépasse 1000 mm sur le littoral constantinois, le climat littoral oriental est relativement pluvieux, tandis que l'Atlas Tellien agit comme un rampant, qui provoque la condensation et la précipitation d'une partie de la vapeur d'eau amenée par le vent soufflant de la mer. Donc la partie orientale est la région la plus arrosée de l'Algérie, avec des maxima pluviométriques sur les massifs montagneux les plus proches de la mer plus élevés.

La pluviométrie augmente de l'ouest à l'est et diminue à mesure qu'on s'éloigne du littoral (SELTZER, 1946), les isohyètes y suivent donc en gros les courbes de niveau. Pour connaître d'une manière tout au moins approximative la quantité de pluie qui tombe sur les principaux massifs montagneux, suivant laquelle la hauteur de pluie augmente avec l'altitude, SELTZER recommande 3 courbes : celle du littoral (Courbe 1), de l'atlas tellien, département d'Alger et de Constantine (Courbe 2) et de l'atlas tellien, département d'Oran, hautes plaines, atlas saharien, sahara (Courbe 3).

(SELTZER, 1946).



**Figure. 5 :** Carte pluviométrique de la précipitation moyenne annuelle de la région d'El-Tarf.

Automne		Hiver		Printemps		Été	
Sep	Oct	Nov	Fév	Mars	Avr	Juin	Août
207	14.36	778	54	351	24.35	105	7.28

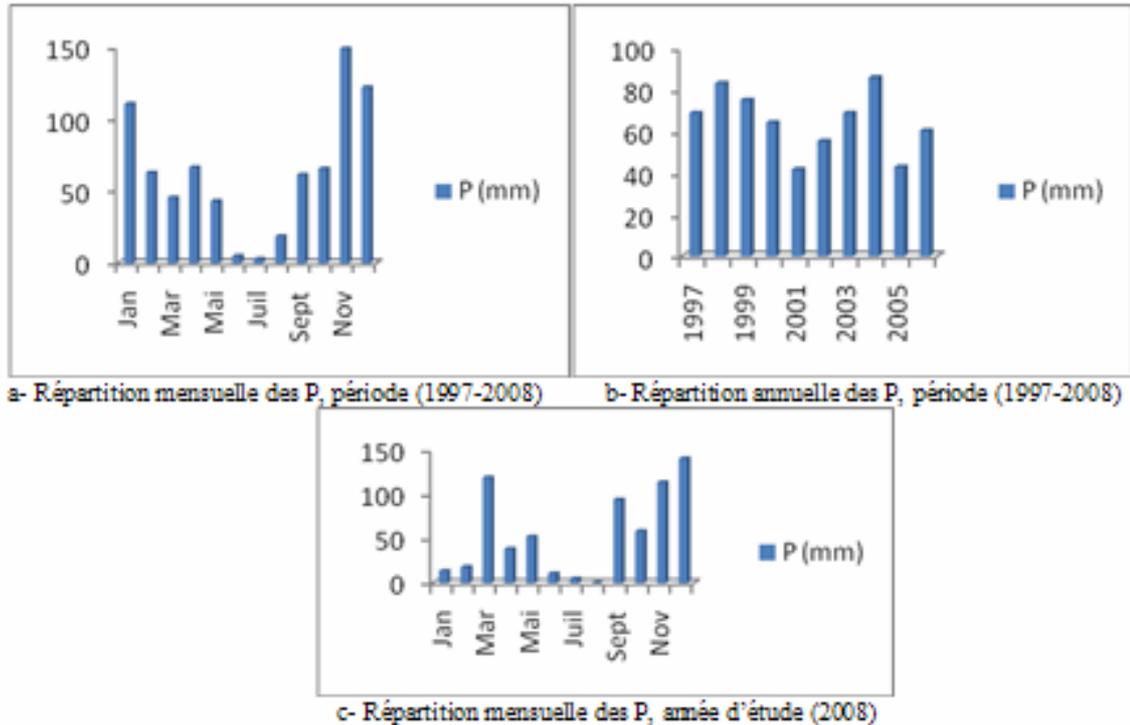
**Tableau 8 :** Pluviométrie saisonnière, données extrapolées

(SELTZER, 1946) (1913-1945).

La répartition saisonnière des pluies permet de faire les remarques suivantes : la période la plus pluvieuse se situe entre le mois de novembre et février (hiver) avec 778 mm de pluie représentant 54 %, alors que la saison la moins pluvieuse est localisée entre le mois de juin et août (été) avec 105 mm et un pourcentage de 7.28.

La pluviométrie annuelle de la période de 10 an de la station d'El-Kala, montre que la valeur la plus élevée à été enregistrée en 2004 (945,8 mm) et la précipitation la plus faible à été enregistrée pour l'année 2001 avec 501,8 mm (fig. 6<sub>b</sub> et tableau 9), les restes des valeurs sont situés entre les deux intervalles. Pour la pluviométrie mensuelle de la

même période 1997-2008, on remarque deux périodes l'une pluvieuse comprend trois mois novembre, décembre et janvier avec les moyennes de 149,38 mm, 110,96 mm et 122,57 mm respectivement ; et l'une peu ou pas arrosée durant 9 mois (fig. 6<sub>a</sub> et tableau 10), le mois de juin et juillet sont les moins arrosés. Concernant l'année d'étude, on note que la pluviométrie est très irrégulière, elle est abondante pendant les mois de mars avec une moyenne de 119,1 mm, novembre et décembre avec les valeurs de 113,6 mm et 140,5 mm respectivement, pour le mois d'août elle est complètement absente et faible à moyenne pour les restes des mois de l'année (fig. 6<sub>c</sub> et tableau 11).



**Figure 6** : Répartition mensuelle et annuelle des précipitations de la région d'El-Tarf à différentes périodes.

(SELTZER, 1946), Station météorologique d'El Kala, 2008).

### II-2-3- Humidité relative

On appelle pression de vapeur saturante «  $F$  » la pression maximum que peut atteindre la vapeur d'eau dans l'air. C'est une fonction croissante de la température. A une température donnée la pression de vapeur réelle «  $f$  » est inférieure ou au plus égale à la pression de vapeur saturante à la même température.

L'humidité relative «  $e$  » est le rapport exprimé en % de la pression réelle de la vapeur d'eau «  $f$  » à la pression de vapeur saturante «  $F$  » à la même température

$$(e = 100 \cdot \frac{f}{F}) \quad (\text{DAJOZ, 1975}).$$

L'humidité relative en janvier dans le nord-est algérien est de 70 % (DAJOZ, 1975). En ce qui concerne les données de la période 1997 à 2008, l'humidité la plus élevée à été

enregistrée dans l'année 2008 avec 76,66 % (tableau 12). Généralement, l'humidité est très élevée pendant les mois de janvier et décembre (tableau 13). D'après le tableau 14, nous remarquons que durant l'année 2008, le mois de mars était particulièrement humide (81%).

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	Moyenne
H (%)	74,83	75,25	70,2	72,77	60	60,84	54,17	64,37	74,05	76,66	68,31

**Tableau 12 :** Humidité annuelle de la période (1997-2008) Station météo El Kala.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
H (%)	73,34	71,44	69,76	66,49	68,49	66,04	64,34	63,63	68,25	67,04	68,39	71,98	68,27

**Tableau 13 :** Humidité mensuelle, Station météo El Kala données de la période (1997-2008).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
H (%)	79	79	81	75	76	77	75	73	72	77	76	80	76,66

**Tableau 14 :** Humidité annuelle Station météo El Kala de la l'année d'étude (2008).

## II-2-4- Le vent

Le vent a aussi une influence sur la faune forestière. La pression atmosphérique peut également être considérée comme un facteur climatique car elle agit, par exemple, sur la réponse des Scolytides et des lépidoptères aux phéromones (DAJOZ, 1998).

L'observation générale des fréquences des vents souligne la prédominance absolue des vents de direction NW (SELTZER, 1946). On remarque pourtant en toute saison, une diminution des fréquences de ces vents au printemps et surtout en été. En été, ils sont surtout nord et nord-est (BOUDY, 1952 in SOBHI, 2003).

## II-2-5- Synthèse climatique

La classification écologique des climats est faite en utilisant essentiellement les deux facteurs les plus importants et les mieux connus : la température et la pluviosité.

Nous avons considéré différents indices climatiques pour mieux appréhender l'évolution du climat dans la région d'El Tarf.

### II-2-5-1- L'indice d'aridité de De MARTONNE

Cet indice s'exprime selon la formule

$$par i = \frac{P}{T + 10}$$

où P : est la pluviosité annuelle exprimée en mm et T la température moyenne annuelle en degrés Celsius. On peut prendre en compte la pluviométrie mensuelle d'un mois considéré et t la température mensuelle de ce même mois.

Nous aurons un indice d'aridité mensuel.  $i = \frac{12P}{t+10}$  (DAJOZ, 1975).

L'indice d'aridité de juillet permet d'expliquer la répartition de certains insectes comme *Podisma pedestris* (O/Orthoptères) dans les alpes en fonction de la température moyenne de juillet (DAJOZ, 1975). Cet indice est d'autant plus bas que le climat est plus aride.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
i	6,96	9,38	61,74	17,471	20,99	4,03	1,70	0	32,32	22,87	52,23	75,61

i : Indice d'aridité

**Tableau 15** : Indice d'aridité mensuel de la région d'étude pour l'année (2008).

En remarquant d'après le tableau 15 que le mois d'août est le plus aride de l'année 2008 (i=0) suivi par le mois de juillet et le mois de juin, avec 1,70 et 4,03 respectivement

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008
i	28,21	32	31,37	26,11	17,21	22,7	28	31,2	17,8	23,09

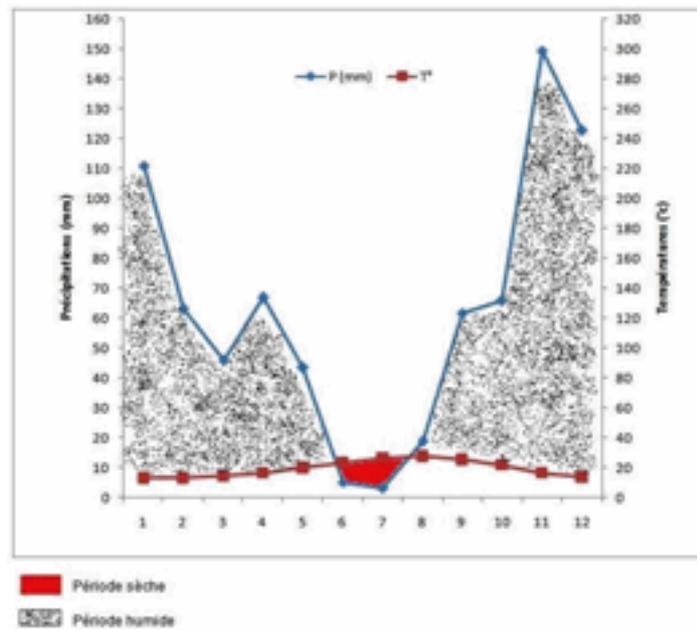
**Tableau 16** : Indice d'aridité annuel de la région (période 1997-2008).

La valeur de i pour la période de 1997 – 2008, est plus basse pour l'année 2001 et 2005 avec une valeur autour de 17 (tableau 16).

### II-2-5-2- Diagramme ombrothermique

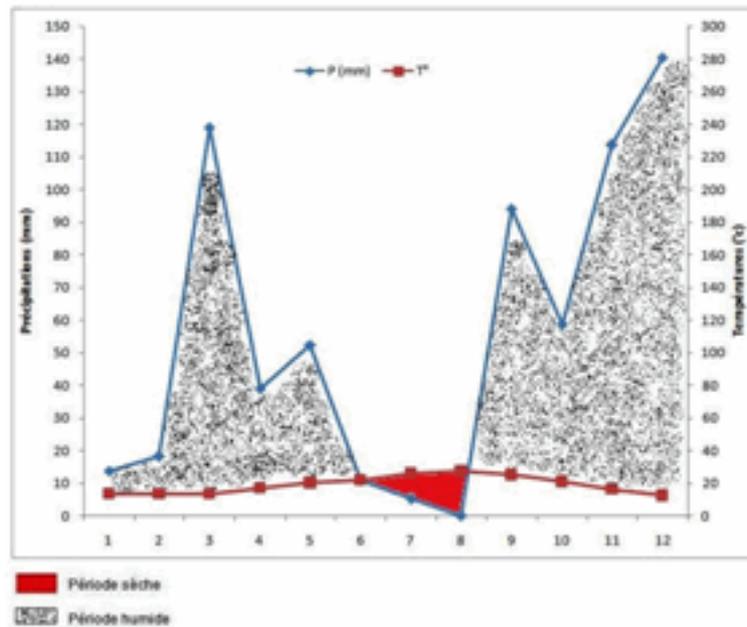
Sur les hautes montagnes d'Algérie, les documents ne sont pas nombreux. BAGNOUL et GAUSSEN (1953) in SOBHI (2003), dans sa carte de la pluviométrie en Algérie indique les chiffres suivants : Djurdjura : + 2000 mm sur les crêtes ; Aurès : 900-1000 mm sur les sommets. Partout, le rythme des pluies est de type méditerranéen ; les mois les plus arrosés paraissent être septembre-octobre d'une part ; janvier-février d'autre part ; la durée de la saison sèche estivale est variable suivant les massifs mais elle atteint toujours au minimum 3 mois.

BAGNOUL et GAUSSEN (1953) in SOBHI (2003), considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle P (mm) est inférieure au double de la température mensuelle T (C°) :  $P \leq 2 T$ . On peut à partir de là tracer pour chaque station un graphique où l'on porte en abscisses les mois et en ordonnées les températures et les pluviométries, l'échelle étant double pour les températures.



**Figure 7 :** Diagramme ombrothermique de Gausson pour la période (1997-2008) de la région d'étude.

On remarque d'après le diagramme de la période (1997-2008) (fig.7), deux périodes humides entrecoupées par une période sèche qui s'étale sur trois mois.



**Figure 8 :** Diagramme ombrothermique de Gausson de la région d'El-Tarf pour l'année 2008.

L'année 2008 est caractérisée par une période sèche de trois mois à partir de juin jusqu'au août, séparée de deux périodes humides.

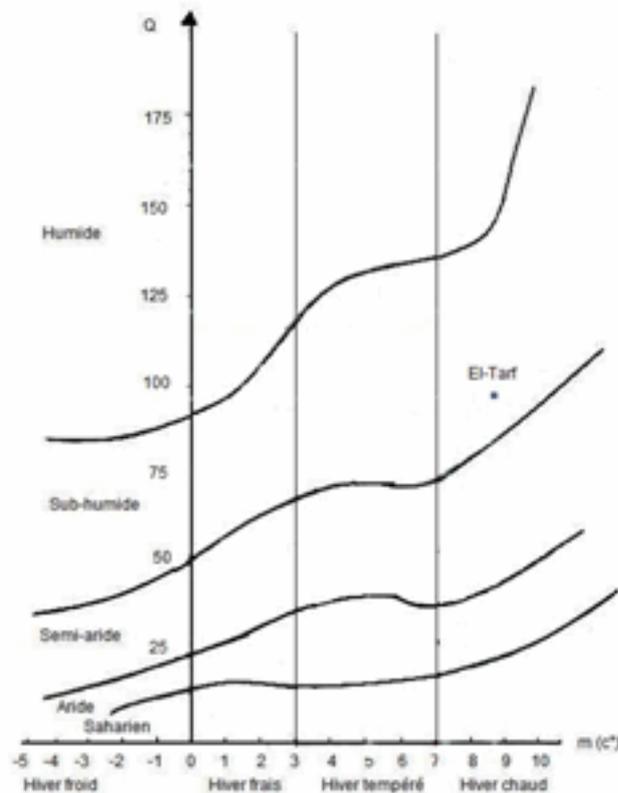
### II-2-5-3- Quotient ombrothermique

EMBERGER à proposé une formule qui tient compte de la variation annuelle de la température.  $Q = 3,43 \times P / (M - m)$  où P désigne la pluviosité annuelle (mm), M est la moyenne des maxima du mois le plus chaud et m est la moyenne des minima du mois le plus froid (DAJOZ, 1975).

P (mm)	m	Q2	Étage bioclimatique	Variante thermique
627,69	8,65	96,89	Sub-humide	Hiver chaud

**Tableau 17 :** Etage bioclimatique et variante thermique pour 10 années (1997-2008) de la région d'El-Tarf.

D'après le tableau 17, le quotient ombrothermique d'Emberger place la région d'EL-Tarf dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (fig.9).



**Figure 9 :** Climagramme d'Emberger de la région d'El-Tarf pour la période 1997-2008.

### II-3- Végétation de la région d'El-Tarf

La diversification du sol de la zone a contribué à l'apparition d'une multitude d'espèces végétales notamment: le pin maritime, le chêne liège, le pin d'Alep, le chêne zen, les oliviers sauvages, les frênes, les orchidées de province, ainsi que les châtaignes d'eau (BOUAZOUNI, 2004).

## **II-4- Faune de la région d'El-Tarf**

La faune est très diversifiée, BOUAZOUNI, (2004) signale des espèces en voie de disparition telles que le cerf de barbarie, la hyène tachetée et le chacal doré, l'hyène rayée, le porc-épic, le renard doux, la loutre, la cigogne blanche, l'oie cendrée et d'autres canards d'eau.

# Chapitre III : Matériels et méthodes

## III-1- Caractéristiques des stations d'étude

Nous avons réalisé notre travail au niveau de 3 stations : Deux stations situées dans le Parc National d'El Kala et une station dans la région d'El-Tarf située dans la commune du « lac des oiseaux » (fig.10).



Figure 10 : Localisation des trois stations d'étude.

### III-1-1- La station d' « El Ghorra »

#### III-1-1-1- Situation géographique et relief

La région d'El-Ghorra est un écosystème forestier, situé dans la commune de Bougous au nord-est de la Wilaya d'El-Tarf, à une altitude maximale de 1202m (djebel El-Ghorra) (fig. 11) La commune de Bougous se trouve à 8° 28 E de longitude et 36° 41' N de Latitude. Bougous est le secteur sud du PNEK. La région d'El-Ghorra est localisée à une distance d'environ 15 km de Bougous, elle est limitée à l'est par la frontière Algéro-Tunisienne, à l'ouest par la plaine de Zitouna, au Nord par le Djebel Hadid et au Sud par la chaîne montagneuse de la Medjerda.



**Figure 11** : Station d'étude d'El-Ghorra.

Le relief d'El Ghorra est caractérisé par un ensemble montagneux boisé, dont 500 ha sont occupés par le chêne liège et 600 ha par le chêne zeen (photo 5). Le sol est de type brun forestier, alluvial, lessivé avec un sous bois peu dense (conservation des forêts d'El Tarf).



**Photo 5** : Montagne d'El-Ghorra, sur une altitude de 873 m boisé *Quercus faginea* avec un sous bois clair, (original, 17.11.07).

### III-1-1-2- Climat de la station

Sur le plan climatique, les hautes montagnes d'Afrique du nord selon QUEZEL (1957) se caractérisent par trois paramètres principaux. Le premier paramètre concerne la sécheresse estivale qui peut conditionner à elle seule le développement d'une végétation de type méditerranéen. Le froid hivernal est le deuxième paramètre essentiel dans l'individualisation de la végétation oro-méditerranéenne. Toutefois, c'est un facteur limitatif excluant par sa présence de nombreuses espèces fréquentes à plus basses altitude (photo 6). Les écarts nyctéméraux de température enfin, constituent un autre caractère climatique important dans la discrimination floristique sur les hautes montagnes nord-africaines selon la courbe de température pendant l'été.



**Photo 6** : Djebel El-Ghorra, à une altitude de 873 m, (brouillard vers la mi-juin 2008 **(original)**).

Le régime thermique varie considérablement d'un point à l'autre : l'altitude entraîne un abaissement général de la température, l'éloignement de la mer augmente les amplitudes diurne et annuelle, qui dépendent également de la situation orographique de la station (SELTZER, 1946).

L'influence exercée sur le climat régional par un massif forestier suffisamment étendu a fait l'objet de beaucoup de recherches (ROUSSEL, 1953, KILTREDGE, 1962 ; PARDE, 1974, in DAJOZ, 1998). Les facteurs climatiques les plus importants sont l'éclairement, la température, la pluviosité et l'humidité relative. Ainsi, la forêt offre aux insectes un milieu où les variations climatiques sont tamponnées. Il y aura une réduction de la vitesse du vent et des écarts de température, une diminution de l'éclairement, et une augmentation de l'humidité relative, selon les mêmes auteurs.

#### **a- Les précipitations**

Le fait le plus controversé en forêt est l'augmentation de la pluviosité. Dans cet écosystème, une partie des précipitations est interceptée par le feuillage, une autre ruisselle le long des troncs et le reste arrive directement au sol.

La région d'El-Ghorra compte parmi les régions les plus arrosées de l'Algérie du nord (1441 mm/ an), (SELTZER, 1946).

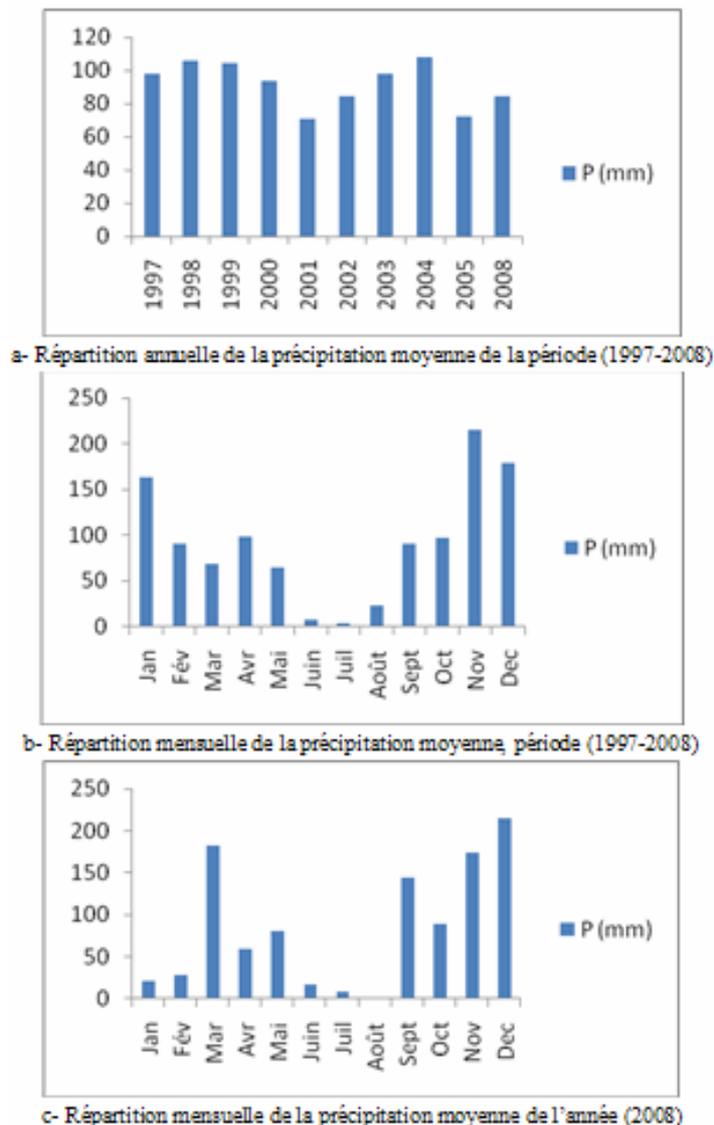
Cet auteur estime que la pluviométrie augmente de 40 mm pour 100m d'élévation. Le coefficient de correction est calculé à partir de la différence d'altitude entre les deux stations de référence et est représenté par l'indice A. Pour calculer l'accroissement mensuel, nous avons utilisé la relation suivante  $N_i = A * B / X$ .  $N_i$  est la valeur ajoutée pour chaque mois, **A** est l'accroissement de pluie obtenue par la projection graphique, **B** est la valeur de précipitation de chaque mois, **X** est le total des précipitations de l'année d'étude. Cependant, ces extrapolations ne donnent qu'une valeur approximative de la station sujette à l'extrapolation par le fait que plusieurs paramètres entrent en jeu tels que : le relief, l'exposition, les ombres portées...etc.

Nous avons reporté dans les tableaux I et II en annexe les valeurs corrigées de la pluviométrie de la période (1997-2008) pour la station d'El Ghorra située à 874 m d'altitude (fig.12a et b).

On remarque que l'année la plus pluvieuse est l'année 2004 avec une moyenne annuelle de 108 mm et un total de 1295 mm de pluies alors que la pluviométrie durant l'année d'étude totalise 1014 mm. Les moyennes mensuelles corrigées pour la période 2004, montrent trois périodes, l'une pluvieuse allant du mois de novembre (215,56 mm) au

mois de janvier (163,17 mm) ; l'autre faible ou rare de juin à août, les autres mois montrent une précipitation moyenne.

Le total des précipitations est de 1014 mm durant l'année 2008, le mois de décembre est le plus pluvieux (214,43 mm), suivi par le mois de mars (181,77 mm), puis novembre (173,38 mm) et septembre avec la moyenne de 143,3 mm (tableau III). Au total la période pluvieuse s'étend sur 4 mois (fig.12c). Le reste des mois présente une pluviométrie soit faible ou moyenne sauf le mois d'août où la précipitation est nulle.



**Figure 12 : Répartition mensuelle et annuelle des précipitations moyennes de la station d'El-Ghorra à différentes périodes.**

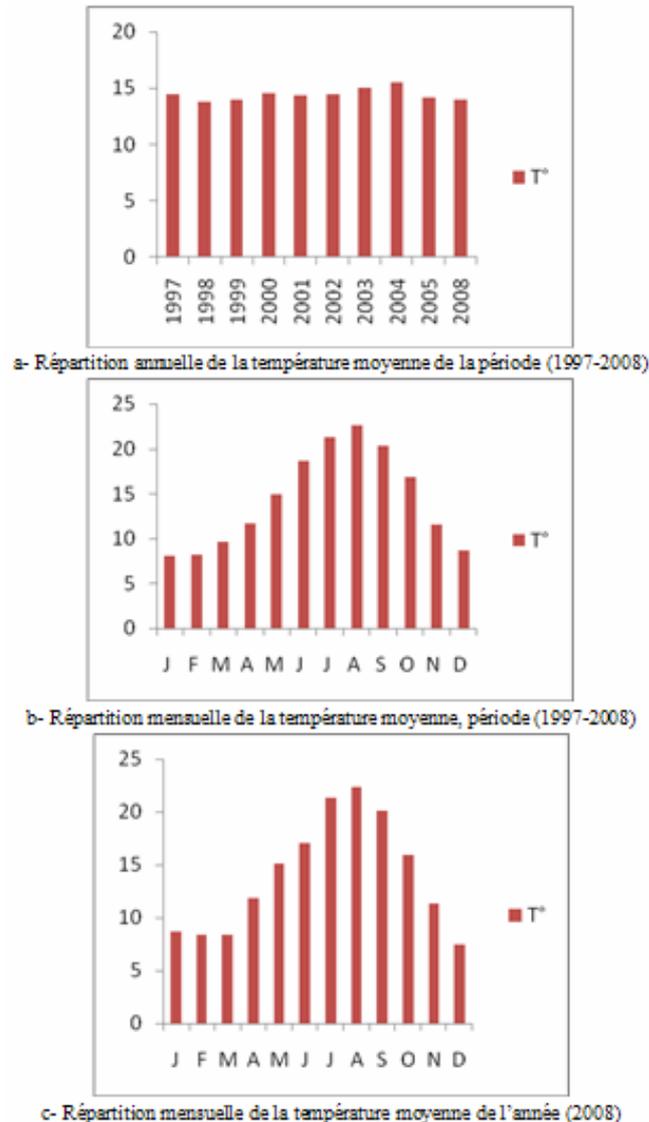
### **b- Les températures**

La température en particulier, explique pourquoi les rythmes d'activité de certains insectes sont différents dans une forêt et dans un milieu herbacé(QUEZEL, 1957).

Les valeurs des températures de la station d'El Ghorra sur une période de 10 ans (1997-2008) sont données dans les tableaux IV,V,VI.

La température la plus basse a été enregistrée en 1998 avec une moyenne de 13,81 C°, la plus chaude est en 2004 (15,54 C°). Le mois le plus froid est janvier, février et décembre avec une moyenne de 8,02 C°, 8,17 C° et 8,7 C° respectivement. Pour les mois les plus chauds sont septembre, juillet et août avec des moyennes respectives de 20,3 C°, 21,24 C° et 22,58 C°.

Le mois le plus froid pour l'année d'étude est décembre avec 7,5 C°, ainsi que janvier, février et mars. La valeur plus élevée à été enregistrée au mois d'août (22,3 C°) suivi par celle de juillet (21,3 C°) (fig.13).



**Figure 13 :** Répartition mensuelle et annuelle des températures moyennes de la station d'El-Ghorra à différentes périodes.

### c- Autres paramètres climatiques

L'humidité relative est généralement plus élevée en forêt (DAJOZ, 1998) qu'en terrain découvert, surtout en été lorsque la transpiration des arbres est à son maximum. Le vent est freiné en forêt., le rayonnement solaire qui pénètre en forêt est modifié par l'absorption sélective exercée par les feuilles. Le même auteur signale également que la lumière est plus

riche en infrarouges et plus pauvre en ultraviolets sous le couvert des arbres. Par ailleurs, l'intensité lumineuse dans le sous-bois varie beaucoup avec la nature des arbres et avec la saison dans le cas des feuilles, l'éclairement relatif étant plus important en hiver lorsque les feuilles sont tombées. L'humidité de l'air relative à la région de Bougous, est moins importante que celle d'El-Kala, (SARI, 2002) par la proximité de cette dernière à la mer et sa basse altitude. Par contre, l'humidité diminue en montant vers les hautes altitudes.

### **III-1-1-3- Synthèse climatique**

#### **a- L'indice d'aridité de DE MARTONNE**

L'indice d'aridité (tableau 18) le plus bas de la station d'El-Ghorra pour l'année 2008 est enregistré au mois d'août ( $i=0$ ), suivi par celui de juillet ( $i=2,98$ ).

Concernant la période (1997-2008) (tableau 19), la valeur la plus basse est enregistrée en 2001 et en 2005 de 34,96 et 35,77 respectivement.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
i	13,36	18,06	118,87	32,52	38,16	7,24	2,98	0	57,19	41,37	97,68	147,04

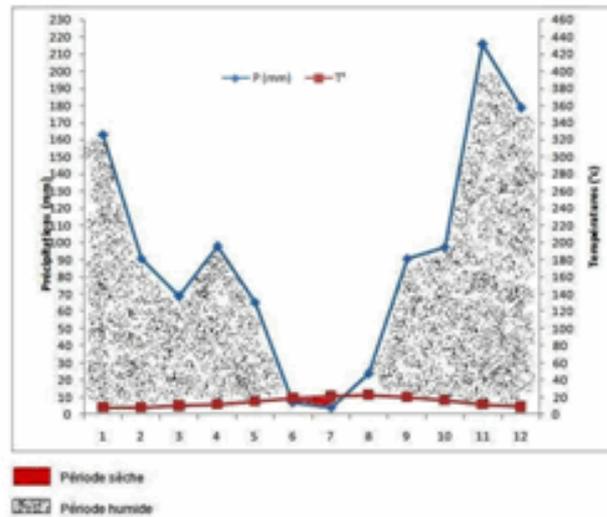
**Tableau 18 :** *Indice d'aridité mensuel de la station El-Ghorra (2008).*

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008
i	48,04	53,15	52,26	45,74	34,96	41,47	47,52	50,73	35,77	42,28

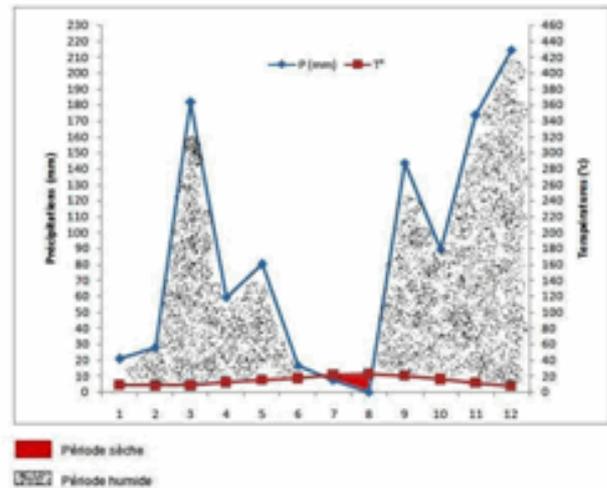
**Tableau 19 :** *Indice d'aridité annuel d' El-Ghorra (période 1997-2008).*

#### **b- Diagramme ombrothermique**

Durant la période (1997-2008) (fig.14a), on note deux périodes l'une sèche qui s'étend sur deux mois seulement (juin et juillet) et une humide de janvier à mai et d'août à décembre.



a- période (1997-2008).



b- année d'étude (2008).

**Figure 14 :** Diagramme ombrothermique de Gaussen (station El-Ghorra).

D'après le diagramme ombrothermique de l'année d'étude 2008, (fig.14b), la période sèche s'étend de juillet à août tandis que la période humide s'étend sur le reste de l'année.

#### III-1-1-4- Végétation de la station d'El Ghorra

La station d'El Ghorra située à une altitude de 874 m est constituée par une formation de Chêne zeen *Quercus faginea*, présentant un recouvrement de plus de 75 %. Elle se trouve juste au dessous du point culminant qui est le Djebel El-Ghorra (1202 m d'altitude). L'espèce dominante pour la strate arbustive est partagée entre le Calycotome, le Genêt et le Cytise (photos 7 et 8). Du fait de la densité faible du sous-bois, le recouvrement des espèces herbacées est remarquable, il est divisé entre le *Cerastium glomeratum*, *Mentha pulegium* et *Plantago serraria*.

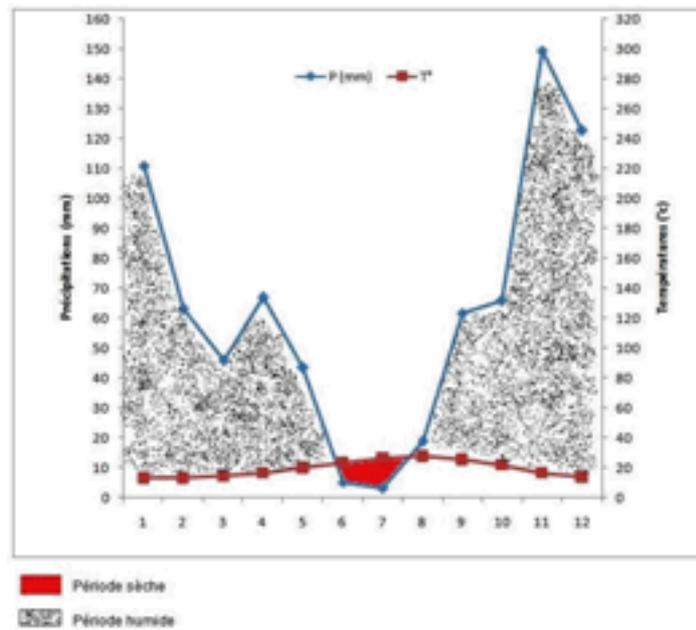


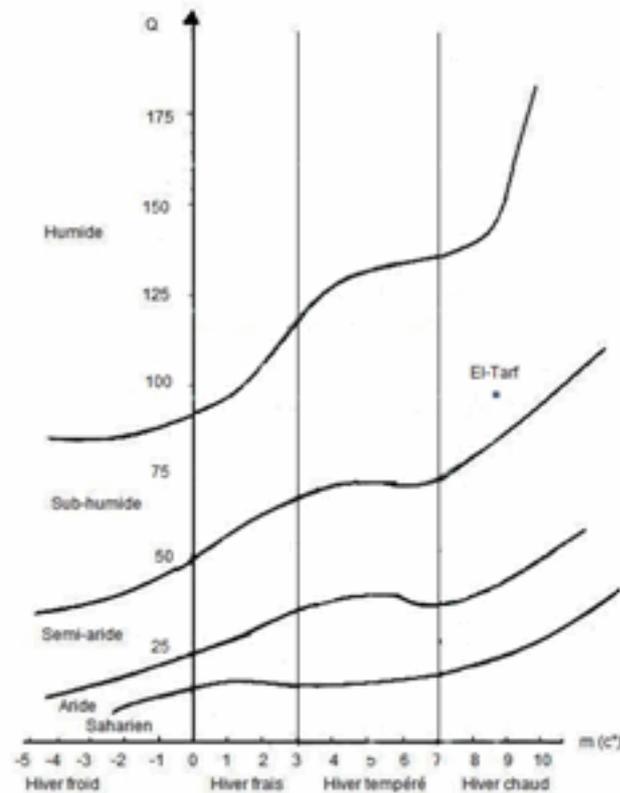
Photo 7 et 8 : Sous bois de *Quercus faginea* (original le 17.11.07).

### III-1-2- La station de « Chtaïba »

---

#### III-1-2-1- Situation géographique et relief

La forêt de la station Chtaïba appartient au district de Bougous, canton Oudy Sbaa, circonscription d'El-Tarf (photo 9). La station est incluse dans le Parc National d'El-Kala, situé dans la commune de Bougous au nord-est de la Wilaya d'El-Tarf.



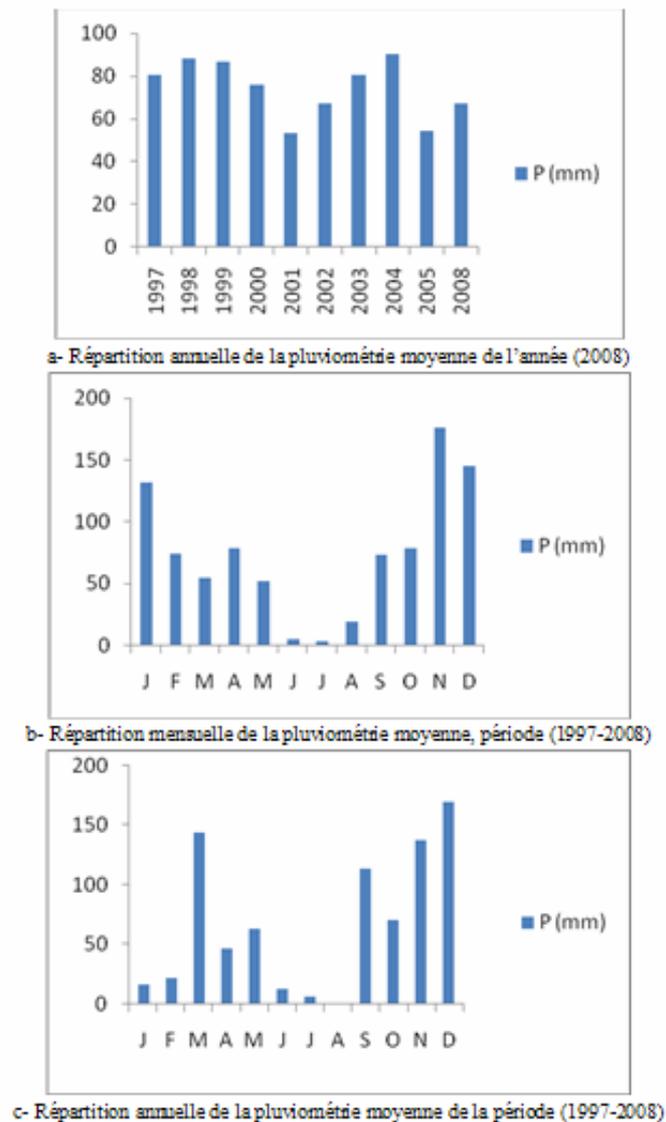
**Photo 9** : Maquis arboré de *Quercus suber* avec un sous bois très dense, station Chtaïba (*original* le 15.7.08).

### III-1-2-2- Climat de la station

#### a- Les précipitations

Les valeurs corrigées de la pluviométrie de la période (1997-2008) pour la station de Chtaïba située à 350 m d'altitude sont présentées dans les tableaux VII à IX en annexe. Les valeurs corrigées de la pluviométrie, nous montre que les années les plus pluvieuses concernent les années 2004 et 1998 (fig.15a), la valeur de la précipitation la plus faible à été enregistrée en 2001 avec une moyenne de 53,48 mm. Pour les autres années, les précipitations fluctuent entre 54,56 mm et 88,01 mm.

Concernant les valeurs mensuelles de la même période, on distingue 3 mois où la moyenne des précipitations est remarquablement élevée, ce sont les mois de janvier avec 131,87 mm, le mois de novembre avec 175,89 mm et en fin décembre avec une valeur de 144,99 mm (fig.15b). Les mois de février, mars, avril et mai constituent avec septembre et octobre la période où la précipitation est moyenne. La pluviométrie est très irrégulière pendant l'année (fig.15c) avec des moyennes maximales en décembre (170,11 mm).



**Figure 15 :** Répartition mensuelle et annuelle des précipitations moyennes de la station de Chtaïba de la période (1997-2008) et de l'année d'étude (2008).

### b- Les températures

Les valeurs corrigées des températures de la station de Chtaïba sur une période de 10 ans (1997-2008), les moyennes mensuelles des minima et des maxima ainsi que les moyennes de l'année d'étude sont données dans les tableaux X à XII.

Il n'y a pas un grand écart entre les températures moyennes des 10 années, la valeur minimale étant de 16,69 C° (1998) (fig. 16a), et la valeur maximale a été enregistré en 2004 (18,41 C°).

La moyenne des températures mensuelles pendant la période de 1997 à 2008 (fig. 16b), montre une différence entre les mois de l'année, le mois de janvier est le plus froid avec une moyenne mensuelle des 10 ans de 10,9 C°, le mois août est le plus chaud (25,46 C°).

Concernant l'année d'étude (fig. 16c), c'est le mois de décembre qui présente la valeur la plus faible de la température moyenne (10,38 C°), le mois le plus chaud est toujours le mois d'août avec une valeur de 25,18 C°. Les autres mois restent entre les deux extrêmes.

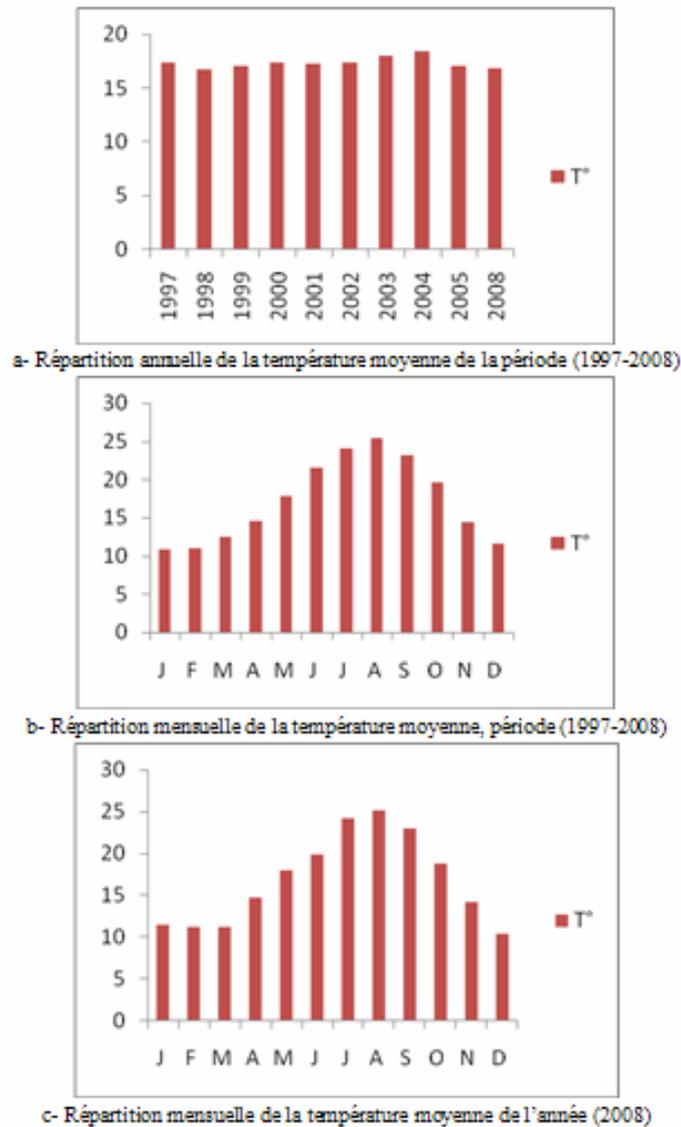


Figure 16 : Répartition annuelle et mensuelle de la température moyenne de la station de Chtaïba de la période (1997-2008) et de l'année 2008.

### III-1-2-3- Synthèse climatique

#### a- L'indice d'aridité de DE MARTONNE

La valeur la plus basse de l'indice d'aridité en 2008 a été enregistrée pendant le mois d'août (tableau 20). Les moyennes annuelles les plus basses sont enregistrées en 2001 et 2005 (tableau 21).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
i	9,18	12,39	81,53	22,8	27,16	5,19	2,2	0	41,4	29,54	68,27	100,19

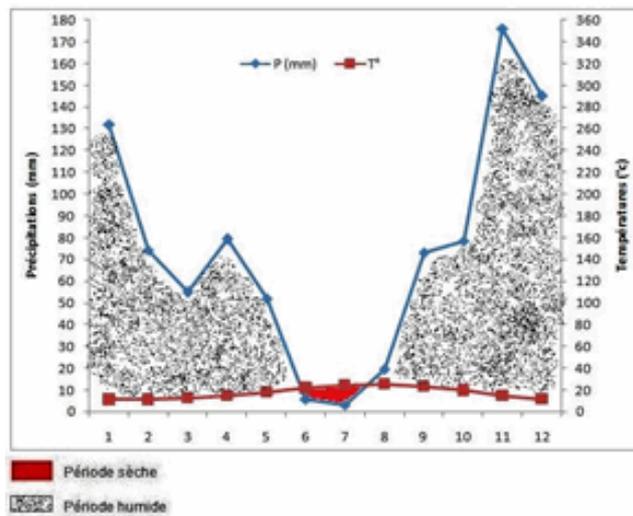
Tableau 20 : Indice d'aridité mensuel de la station de Chtaïba, année (2008).

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008
i	35,32	39,57	38,86	33,29	23,57	29,44	34,98	38,22	24,21	29,95

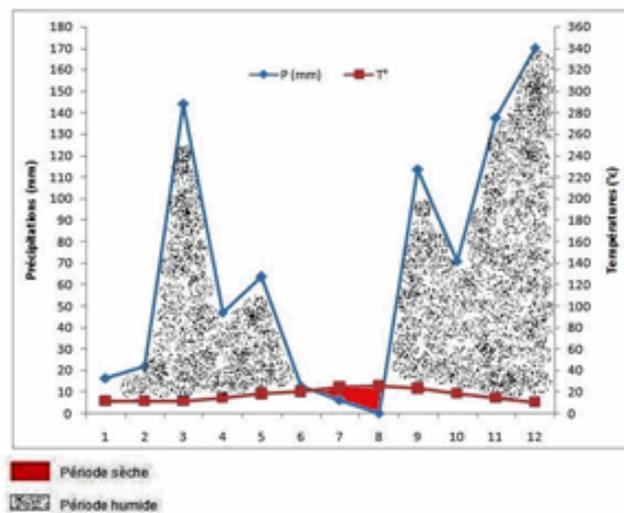
**Tableau 21** : Indice d'aridité annuel de la station Chtaïba (période 1997-2008).

**b- Diagramme ombrothermique**

Durant la décade annuelle (1997-2008) (fig.17a), on distingue une période sèche s'étalant sur deux mois et demi (juin, juillet et la première quinzaine d'août). L'autre humide s'étend sur le reste de l'année.



a- période (1997-2008)



b- année (2008)

**Figure 17** : Diagramme ombrothermique de Gausson de la station de Chtaïba.

Concernant le diagramme ombrothermique de l'année d'étude (fig.17b), la période sèche s'étend sur trois mois, de juin à août.

**III-1-2-4- Végétation de la station de « Chtaïba »**

La station de Chtaïba est représentée par une forêt située à 350 m d'altitude comprenant du Chêne-liège (*Quercus suber*) présentant un recouvrement de 50 à 75 %, un sous bois très dense à dominance de bruyère (*Erica multiflora* et *Erica arborea*) et de la phyllaire (*Phylleria angustifolia*) et du lentisque (*Pistacia lentiscus*), et dont le recouvrement est de 25 à 50 %

pour chacune de ces espèces. Les espèces herbacées sont pratiquement inexistantes à cause de la densité du sous-bois. La station d'étude où s'est déroulée

notre échantillonnage est située dans une clairière de la forêt à dominance de végétation herbacée (photo 10).



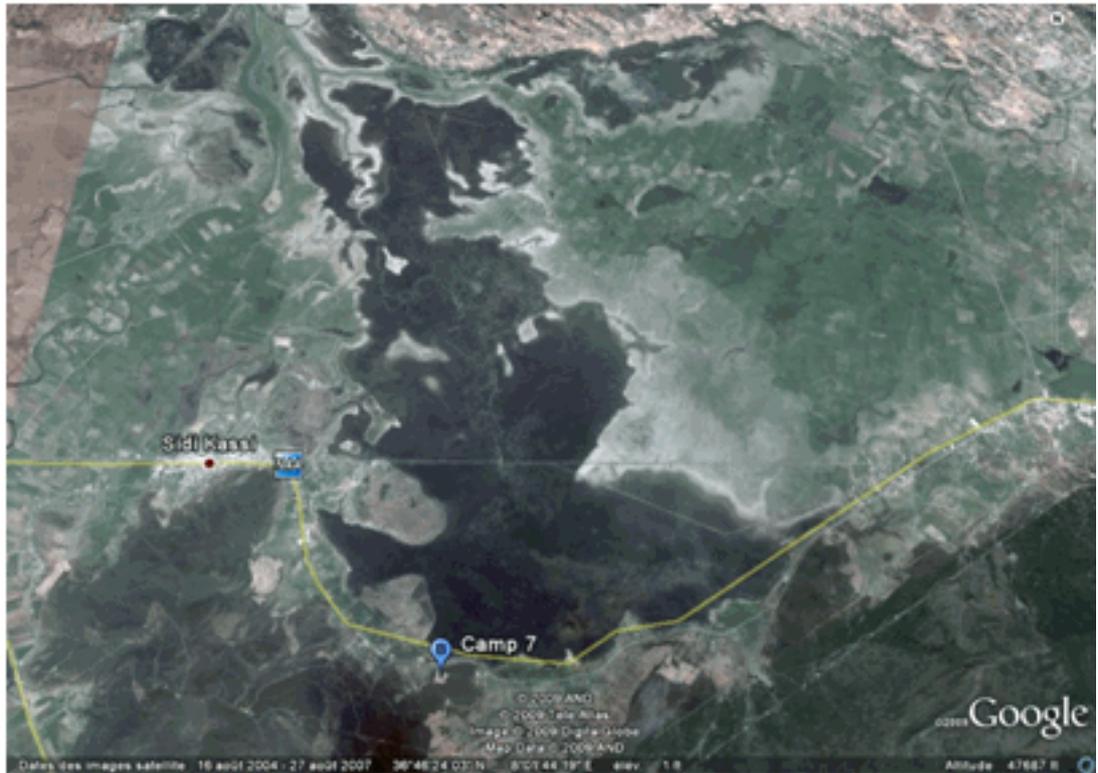
**Photo 10** : Station d'échantillonnage (clairière avec la dominance de l'espèce *Centaurea nicaeensis*, Asteraceae), (photo originale, le 15.7.08).

### III-1-3- La station de « Mekhada »

#### III-1-3-1- Situation géographique et relief

La station de Mekhada est un écosystème marécageux (fig. 18 a et b). Elle est située dans la commune du lac des oiseaux au nord-ouest de la Wilaya d'El-Tarf, à une altitude variant entre 0 et 33 m et une superficie allant de 8900 ha à 10 000 ha.

Le relief est caractérisé par des terrains plats, de formation herbacée en mosaïque après le dessèchement du marais.



*Figure 18a : Le marais de la Mekahda (9800 ha).*



*Figure 18b : La station d'étude à l'intérieur du marais de la Mekhada.*

### **III-1-3-2- Climat de la station**

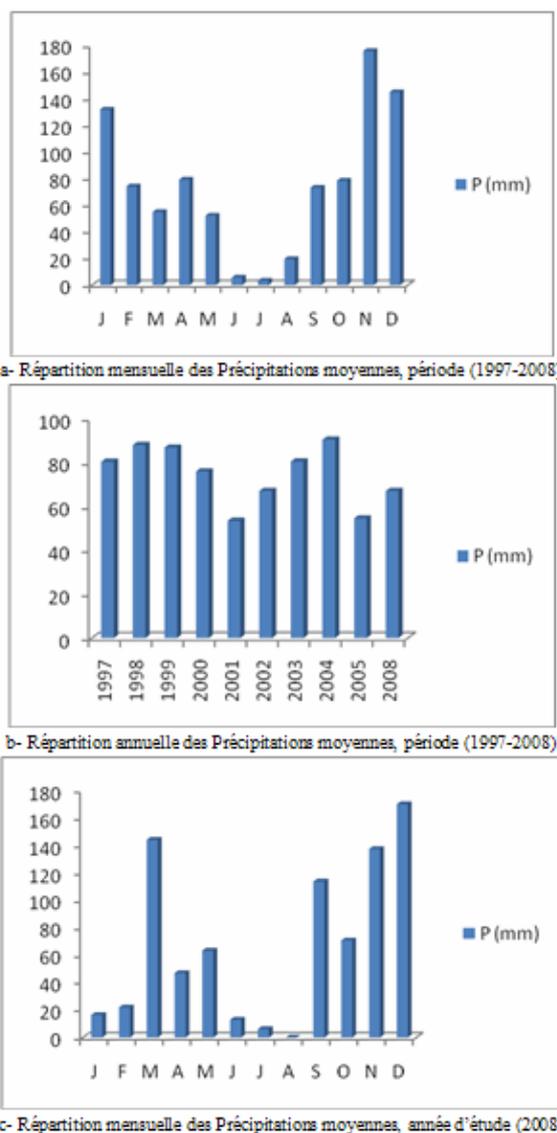
Le climat caractéristique de la station est celui d'El-Kala, parce que la station présente les mêmes caractéristiques d'altitude : donc nous avons gardé les données climatiques de la région d'étude.

#### **a- Les précipitations**

La pluviométrie annuelle de la période de 10 ans de la station d'El-Kala, montre que la valeur la plus élevée a été enregistrée en 2004 (945,8 mm) et la plus faible a été enregistrée en 2001 avec 501,8 mm.

Pour la pluviométrie mensuelle de la même période, on remarque deux périodes l'une pluvieuse de trois mois novembre, décembre et janvier avec des moyennes de 110,96 mm, 149,38 mm et 122,57 mm respectivement ; et l'une peu ou pas arrosée durant 9 mois, le mois de juin et juillet étant les moins arrosés.

Concernant l'année d'étude, on note que la pluviométrie est très irrégulière, elle est abondante pendant les mois de mars avec une moyenne de 119,1 mm, novembre et décembre avec les valeurs de 113,6 mm et 140,5 mm respectivement, pour le mois d'août elle est complètement absente ou faible à moyenne pour le reste de l'année (tableaux XIII à XV en annexe et fig. 19 a, b et c).



**Figure 19** : Répartition mensuelle et annuelle des précipitations moyennes de la station de la Mekhada à différentes périodes (1997-2008 et 2008).

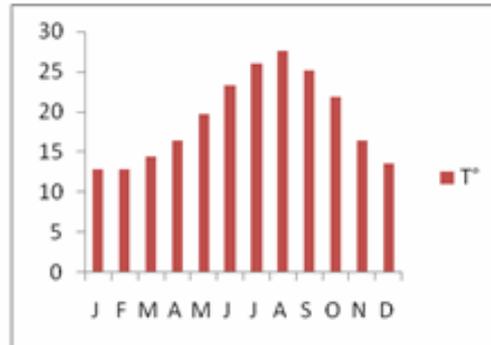
### b- Les températures

Il est à noter pour l'année d'étude (2008) que la période la plus chaude de l'année est située entre les mois de juillet (26,1 C°) et septembre (24,9 C°), le mois le plus chaud étant août (27,1 C°) et le mois le plus froid est décembre (12,3 C°).

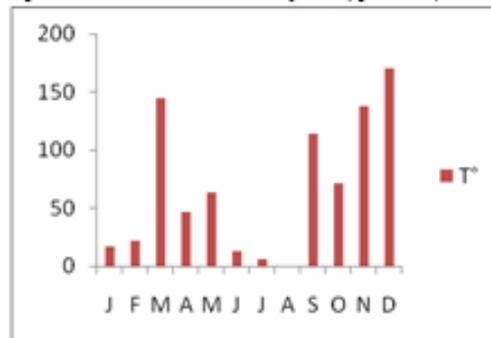
La température moyenne pour la période décennale considérée est 19,22 C°, avec des extrêmes en 1998 (18,61 C°) et 2004 (20,34 C°).

Pour la température mensuelle de la même période (1997-2008), les valeurs les plus élevées de la température moyenne mensuelle sont observées pendant les trois mois de juillet (26,07 C°), août (27,56 C°) et septembre (25,13 C°), les mois les plus froids restent janvier et février avec 12,91 C° et 12,92 C° respectivement (tableaux XVI à XVIII en annexe et fig. 20 a, b et c)

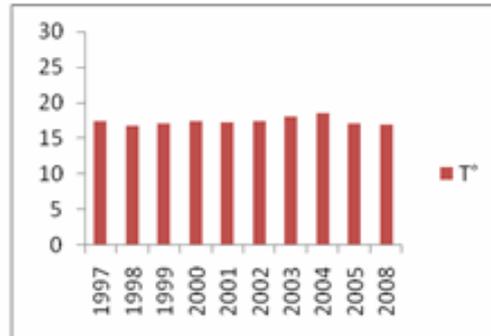
Selon SELTZER (1946), pour la période (1913-1945) la température moyenne la plus élevée se situe entre les mois de juillet (22,2 C°), août (22,9 C°) et septembre (19,5 C°), janvier et février sont les mois les plus froids avec (8,7 C° et 9,2 C° respectivement).



a- Répartition mensuelle des T° moyennes, période (1997-2008)



b- Répartition mensuelle des T° moyennes, année d'étude (2008)



c- Répartition annuelle des T° moyennes, période (1997-2008)

**Figure 20 :** Répartition mensuelle et annuelle des températures moyennes de la station de la Mekhada à la période de (1997-2008) et l'année d'étude (2008).

### III-1-3-3- Synthèse climatique

#### a- L'indice d'aridité de DE MARTONNE

La valeur la plus basse de  $i$  est enregistrée le mois d'août ( $i=0$ ), le mois de juillet ( $i=1,70$ ) et le mois de juin avec une valeur de 4,03 durant l'année 2008. Pour la période de 1997-2008, les années 2001-2005 sont les plus arides ( $i$  est autour de 17) (tableaux 22 et 23).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
i	6,96	9,38	61,74	17,471	20,99	4,03	1,70	0	32,32	22,87	52,23	75,61

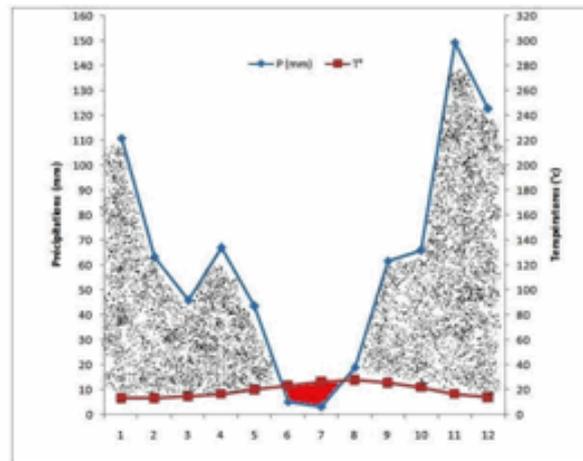
**Tableau 22 :** Indice d'aridité mensuel de la région d'étude (station Mekhada) de l'année (2008).

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008
i	28,21	32	31,37	26,11	17,21	22,7	28	31,2	17,8	23,09

**Tableau 23 :** Indice d'aridité annuel de la région d'étude et la station Mekhada (période 1997-2008).

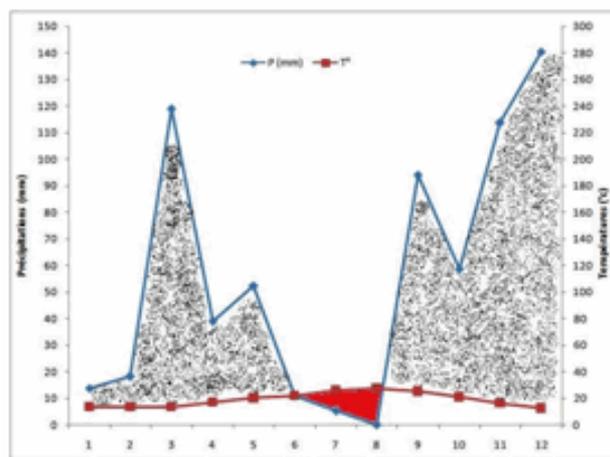
**b- Diagramme ombrothermique**

Concernant l'année d'étude (2008) et la période décadaire étudiée, le diagramme ombrothermique montre une période sèche s'étalant sur trois mois de juin à août (fig., 21 a et b).



■ Période sèche  
 ▨ Période humide

a- période (1997-2008)



■ Période sèche  
 ▨ Période humide

b- année d'étude (2008)

**Figure 21 :** Diagramme ombrothermique de Gaussen de la station de Mekhada.

**c- Quotient ombrothermique des trois stations**

Les quotients ombrothermiques correspondants aux trois stations durant la période décadaire considérée sont indiqués dans le tableau 24.

**a- station d'El-Ghorra**

P (mm)	m	Q2	Etage bioclimatique	Variante thermique
919,1	5,16	160,92	Humide	Hiver doux

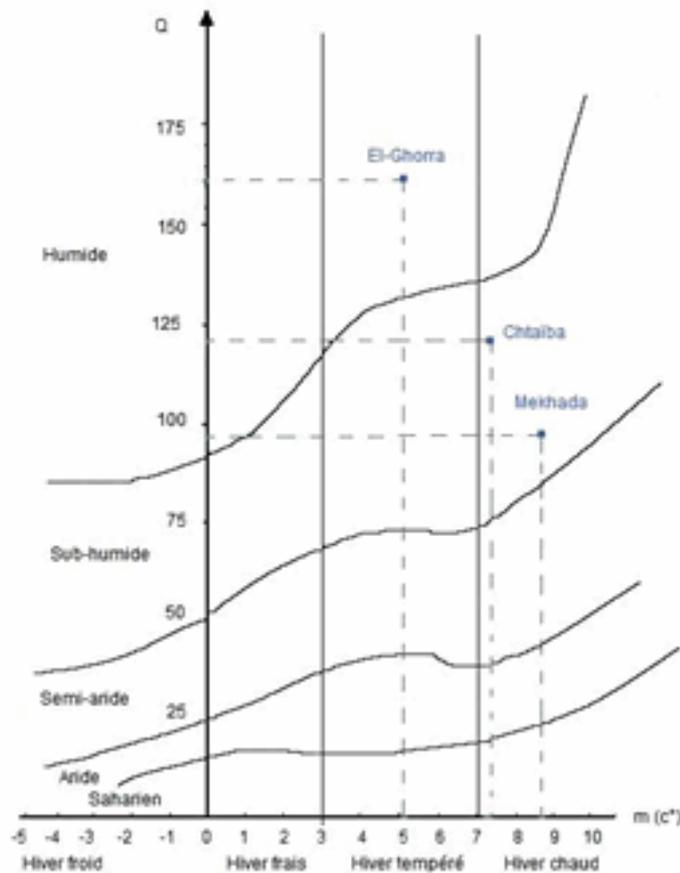
**b- station de Chtaïba**

P (mm)	m	Q2	Etage bioclimatique	Variante thermique
744,42	7,25	120,73	Sub-humide	Hiver chaud

**c- station Mekhada**

P (mm)	m	Q2	Etage bioclimatique	Variante thermique
627,69	8,65	96,89	Sub-humide	Hiver chaud

**Tableau 24** : Etage bioclimatique et variante thermique durant la période (1997-2008) des trois stations.



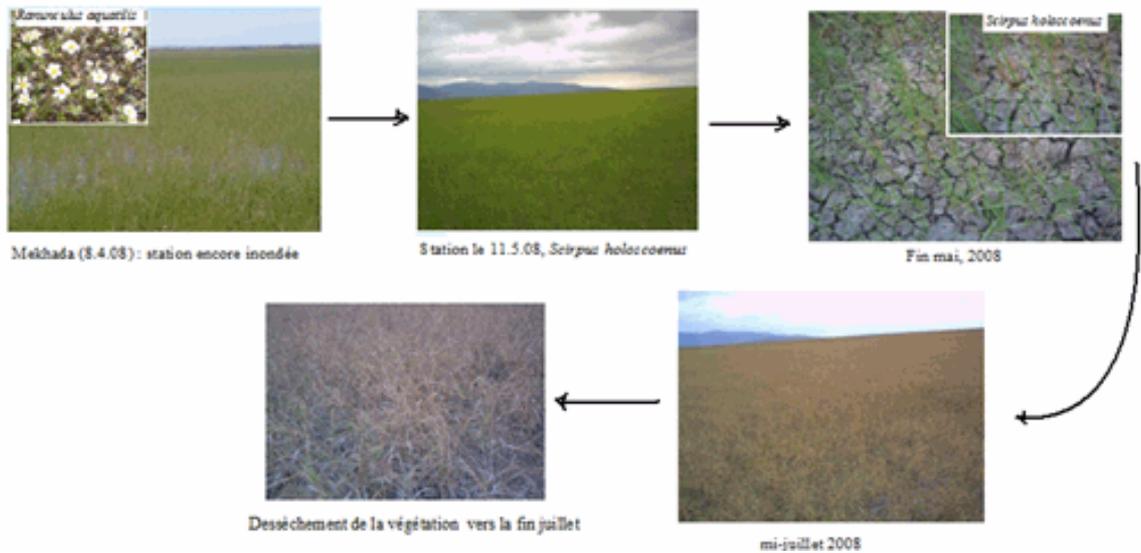
**Figure 22** : Quotient ombrothermique des 3 stations étudiées (période 1997-2008).

D'après le tableau 24 et la figure 22, les stations étudiées se situent entre l'étage humide subhumide à hiver tempéré à chaud.

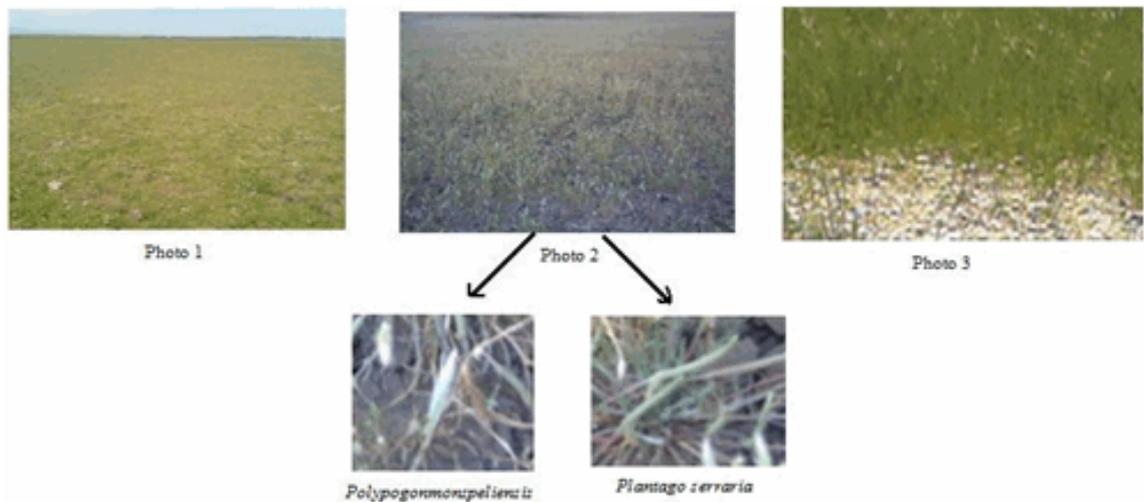
### III-1-3-4- Végétation de la station de « Mekhada ».

Situé à 33 m d'altitude, la station de Mekhada est un marais temporaire à formation végétale herbacée. La physionomie change d'un mois à un autre selon le niveau d'eau (photos 11 et 12), ainsi que le recouvrement et l'abondance dominante des espèces végétales. Lorsque le marais est inondé en hiver, il existe quelques végétations éparpillées. Quand le niveau d'eau commence à baisser à la fin du printemps, la végétation apparaît peu à peu mais les endroits bas restent encore inondés jusqu'au début de la saison estivale.

La végétation du marais n'est pas homogène, elle apparaît comme des plaques de formations différentes du fait que le terrain n'est pratiquement pas au même niveau, il existe des sortes de dépressions.



**Photo 11** : Physionomie du tapis végétal en relation avec le niveau d'eau dans la station du marais de la « Mekhada ».



**Photo 12** : Le marais de Mekhada au 8.04.2008, trois physionomies de la végétation dans la même période,

photo (1) ; prairie à dominance de *Matricaria chaemomilla* (Asteraceae) ; photo (2) : prairie à *Polypogon monspeliensis* (Poaceae) et *Plantago serraria* (Plantaginaceae) ; photo (3) prairie à *Scirpus holoscoenus* (Cyperaceae) et *Ranunculus aquatilis* (Ranunculaceae).

## III-2- Méthodologie d'étude sur terrain

### III-2-1- Echantillonnage de la végétation

---

L'analyse de la végétation, d'après les phytosociologues, permet une approche globale des facteurs du milieu biophysique. Chaque unité de végétation possède un important potentiel d'informations sur les caractères du milieu. Le système de Braun-Blanquet est le plus utilisé et le plus précis des systèmes de classification de la végétation (GOUNOT, 1969). Selon Braun-Blanquet (1959), on distingue 3 phases du travail.

- La première phase consiste à la reconnaissance préliminaire de la région d'étude, ce qui permet de constater la répétition de certaines combinaisons d'espèces quand les mêmes conditions du milieu sont réalisées.
- La deuxième phase est de procéder à des relevés d'espèces révélatrices d'unités provisoires de végétation. L'emplacement des relevés est choisi de manière à ce qu'ils soient homogènes (uniformité de conditions écologiques apparentes, dominance d'une ou plusieurs espèces et apparition régulière de combinaisons définies d'espèces dans des conditions écologiques semblables). Les relevés proprement dits comprennent la liste de toutes les espèces présentes, avec pour chacune d'elle une notation de l'abondance - dominance et de la sociabilité, ainsi que des indications géographiques et écologiques de la station.

L'abondance - dominance de Braun Blanquet s'apprécie au moyen d'une échelle de + à 5 :

+ : Espèce peu abondante, recouvrement très faible ; 1 : Abondant mais avec un faible recouvrement ou espèce assez peu abondante et avec un recouvrement plus grand ; 2 : espèce très abondante et recouvrement > à 5 % ; 3 : Recouvrement entre 25 et 50 %, abondance quelconque ; 4 : recouvrement de 50 à 75 %, abondance quelconque ; 5 : Recouvrement > à 75 %, abondance quelconque).

Dans les stations forestières de Chtaïba et El Ghorra, nous avons délimité une aire minimale de 100 m<sup>2</sup> pendant le mois d'octobre 2008 dans laquelle nous avons échantillonné les différentes espèces d'arbres et d'arbustes. Au niveau des clairières dans ces mêmes stations, vers la fin d'avril, nous avons choisi une aire minimale de 1 m<sup>2</sup> pour les relevés des plantes herbacées. Nous avons retrouvé une homogénéité végétale à 16 m<sup>2</sup> et 32 m<sup>2</sup> (2 répétitions), la superficie des clairières étant plus faible.

Au niveau du marais de Mekhada, nous avons réalisé différents relevés en raison de la modification de la physionomie de la végétation. Un premier échantillonnage floristique a été effectué au début du mois d'avril 2008 et a regroupé les plantes répertoriées dans 5 aires minimales (3 fois 16 m<sup>2</sup>, 8 m<sup>2</sup> et 32 m<sup>2</sup>) de façon à avoir le maximum d'espèces représentatives de la station. Vers la fin d'avril, nous avons constaté une baisse du niveau d'eau au niveau du marais et nous avons réalisé un second échantillonnage sur 3 fois 16

m<sup>2</sup>. Au total, 17 relevés ont été effectués (5 relevés le 08 avril et 4 relevés le 28 du même mois, 8 relevés le 11 mai 2005).

La taille finale de l'aire minimale nous renseigne en effet sur la courbe aire minimale - espèce au-delà de laquelle, il n'y aura plus d'autres nouvelles espèces de plantes.

Par ailleurs, nous avons continué nos relevés floristiques par la même méthode au début du mois de mai au voisinage de la station. Nous avons également pris en considération les plantes rencontrées en lisière en raison de leur probabilité de présence dans le régime alimentaire de l'orthoptérofaune étudiée.

La troisième phase comprend la comparaison des relevés, elle se fait au moyen de la méthode des tableaux, le tableau brut et le tableau élaboré. Le tableau brut est un tableau à double entrée, les colonnes correspondant aux relevés et les lignes aux espèces dans l'ordre où elles se présentent dans le 1<sup>er</sup> relevé. On ajoute la liste des espèces de 2<sup>e</sup> relevé qui ne figurent pas dans le 1<sup>er</sup> et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les relevés et toutes espèces aient été inscrits. Dans la case d'intersection d'une ligne d'une colonne, on indique l'abondance - dominance de l'espèce.

### **III-2-2- Échantillonnage des insectes**

---

La méthode idéale de dénombrement des populations d'un milieu serait celle qui donnerait, à un moment donné, une image fidèle du peuplement occupant une unité de surface définie (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). Selon Whittaker (1952) in (DAJOZ, 1975), une série de 50 coups d'un filet fauchoir à 33 cm de diamètre récolte une faune de 1 m<sup>2</sup> quand l'amplitude de chaque coup est de 122 cm, il prélève 10 % de la faune et il n'est efficace que dans une végétation basse.

La technique de son maniement conditionne aussi la valeur des captures. Il doit être manié par la même personne et de la même façon ; et doit être utilisé sur toute la hauteur de la végétation, en raclant le sol afin d'obtenir l'ensemble du peuplement. (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969).

Nous avons prélevé les différentes espèces d'orthoptères sur des transects de 100 m<sup>2</sup> répartis au hasard dans chacune des trois stations et répétés 5 fois. Les transects sont distants de 5 mètres entre eux, nous avons considéré une amplitude de 2 m permettant de balayer le milieu en ligne droite (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). Dans tout transect, chaque individu prélevé est mis dans un cornet en papier, puis l'ensemble des individus récoltés d'un même transect est disposés dans un sachet en plastique avec une étiquette mentionnant la station et la date de prélèvement. Dans le tableau 25 ci-après, nous avons reporté les différentes dates de sorties pour chaque station considérée.

Stations	Mekhada (33 m) : marais temporaire	Chtaïba (350 m) Clairière sous maquis arboré	Bougous (873 m) Prairie sous forêt
Relevés			
1	15/06/2008	19/06/2008	19/06/2008
2	24/06/2008	02/07/2008	03/07/2008
3	14/07/2008	15/07/2008	23/07/2008
4	22/07/2008	24/07/2008	11/08/2008
5	10/08/2008	12/08/2008	25/08/2008
6	24/08/2008	24/08/2008	23/09/2008
7	08/09/2008	08/09/2008	12/10/2008
8	22/09/2008	23/09/2008	/
9	13/10/2008	12/10/2008	/

**Tableau 25** : Calendrier des sorties et prélèvements dans les stations étudiées.

Les individus de quelques espèces choisies en fonction de leur abondance et fréquence sont séparés pour étudier leur alimentation dans les trois stations et étudier une éventuelle asymétrie de développement due à un stress environnemental.

### III-3- Méthodologie d'étude et matériels utilisés au laboratoire

#### III-3-1- Régime alimentaire des espèces

##### III-3-1-1- Établissement de l'épidermothèque de référence et analyse des fèces.

Pour la réalisation de l'épidermothèque de référence, nous avons adopté la méthode de BUTET(1985)etadoptée parCHARA (1987). Tout d'abord, nous avons procédé à la collection des végétaux à partir de l'échantillonnage de la végétation, les différentes plantes récoltées ont servi à la constitution de l'épidermothèque de référence des trois stations.

Selon BUTET (1985), les épidermes végétaux peuvent être obtenus par deux méthodes différentes, l'une chimique (consiste à plonger les fragments dans diverses solutions de macération afin de faciliter le détachement des épidermes des autres tissus) et l'autre physique. Pour notre cas, on a utilisé le deuxième procédé qui consiste à enlever à l'aide d'une pince la partie externe de la plante ou à gratter les tissus de différents organes jusqu'à l'obtention de l'épiderme.

Par la suite, les fragments épidermiques subissent un trempage dans différents bains : eau de Javel pendant 20 mn pour décolorer les tissus, eau distillée pendant 10 mn afin d'éliminer l'excès de l'eau de Javel, puis déshydratation dans 3 bains d'alcool (75°, 90° et 100°) pendant un temps total de 10 mn. Enfin, on place l'épiderme entre lame et lamelle avec une goutte de liquide de Faure tout en éliminant les bulles d'air à l'aide d'une plaque chauffante. Toutes les indications de l'échantillon de l'épiderme végétal sont ensuite mentionnées sur la lame.

La méthode pour l'analyse des fèces est la même que celle adoptée pour l'épidermothèque de référence sauf que dans un premier lieu on ramollit les fèces dans de l'eau pendant 24 h avant de procéder aux mêmes étapes.

Nous avons choisi trois espèces d'orthoptères selon leur fréquence de présence dans chacune des stations étudiées d'une part et selon leur présence commune dans les trois milieux (Tableau 26).

Fréquence /espèce	Mekhada (33 m) marais temporaire	Chtaïba (350 m) Clairière sous maquis arboré	Bougous (873 m) Prairie sous forêt
<i>A. strepens</i>	8	3	1
<i>L.m. cinerascens</i>	7	-	1
<i>A. thalassinus</i>	6	2	2
<i>C. okbaensis</i>	5	6	2
<i>A. varuta</i>	4	1	-
<i>A. patruelis</i>	3	7	2
<i>T. cylindrica</i>	3	-	-
<i>E. plovans</i>	2	-	-
<i>C. barbarus</i>	2	9	5
<i>P. platypigiis</i>	1	-	-
<i>E. albolineatus</i>	1	-	-
<i>A. aegyptium</i>	-	1	-
<i>O. c. sulfurescens</i>	-	8	5
<i>O. miniata</i>	-	4	-
<i>D. j. jagoi</i>	-	8	4
<i>A. insubricus</i>	-	4	-
<i>S. caeruleus</i>	-	1	-
<i>C. vagans ssp africanus</i>	-	-	7
<i>O. fuscocincta</i>	-	-	4

**Tableau 26 :** Fréquences des espèces d'orthoptères prises en considération pour l'étude trophique. Les nombres indiquent le nombre de fois où l'espèce acridienne a été rencontrée dans l'ensemble des relevés de chaque station.

Les espèces choisies concernent *A. patruelis* (3, 7 et 2 fois), *C. barbarus* (2, 9 et 5 fois) et *O. c. sulfurescens* (8 et 5 fois) (tableau 26). Pour l'ensemble, nous avons analysé une soixantaine d'individus (Tableau 27).

Esp/station		Mekhada	Chtaïba	Bougous
<i>A. patruelis</i>	Ni	7	10	4
	NF	46	73	29
<i>C. barbarus</i>	Ni	2	10	10
	NF	14	117	70
<i>O.c. sulfurescens</i>	Ni	/	9	10
	NF	/	65	61

Ni : Nombre d'individus et NF : Nombre de fèces

**Tableau 27 :** Effectifs des individus étudiés et nombre de fèces analysés par espèce d'orthoptère dans chaque station.

Le calcul de la fréquence des espèces végétales consommées par chaque espèce acridienne a été réalisé selon la formule suivante :  $Frq\ rel = n \cdot 100 / N$ . Le nombre d'individus mâle et femelle étudiés est mentionné dans l'étude trophique du chapitre résultats.

### III-3-2- Morphométrie géométrique

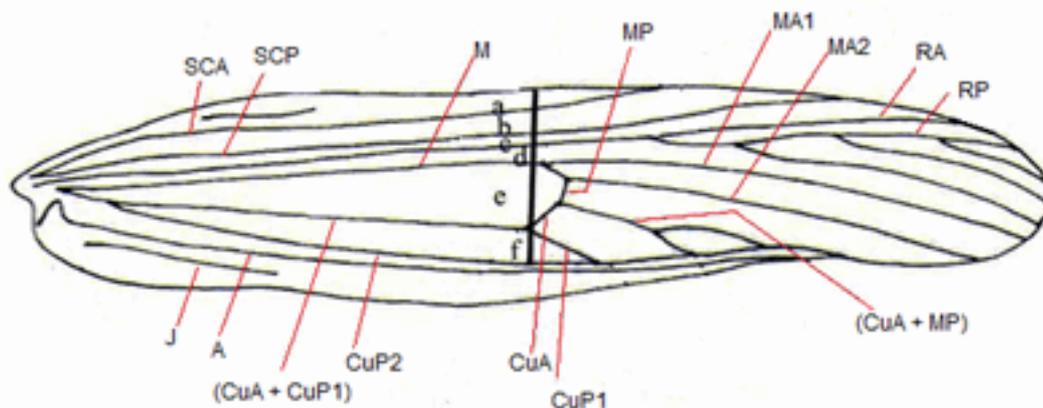
#### III-3-2-1- Concept et principe

Du point de vue fonctionnel, les élytres des Acrididae sont impliqués dans le vol et la stridulation et rarement dans la systématique (PETIT *et al.*, 2006), sauf pour la sous famille des Acridinae . L'asymétrie des organes pairs peut se décomposer en asymétrie fondamentale, résultant d'une spécialisation latérale, et une asymétrie fluctuante due à un stress de développement (CLARKE, 1992, 1993 ; HARDERSEN et FRAMPTON, 1999).

L'asymétrie des élytres est assimilée à l'asymétrie fluctuante qui peut rendre compte du stress de développement pouvant être influencé par des facteurs environnementaux. Nous nous proposons de quantifier l'asymétrie des élytres des individus des trois espèces acridiennes étudiées en comparant la position des points de repères (PR), sur la nervation des 2 élytres (KLINGENBERG et MCINTYRE, 1988) grâce à la méthode de la morphologie géométrique.

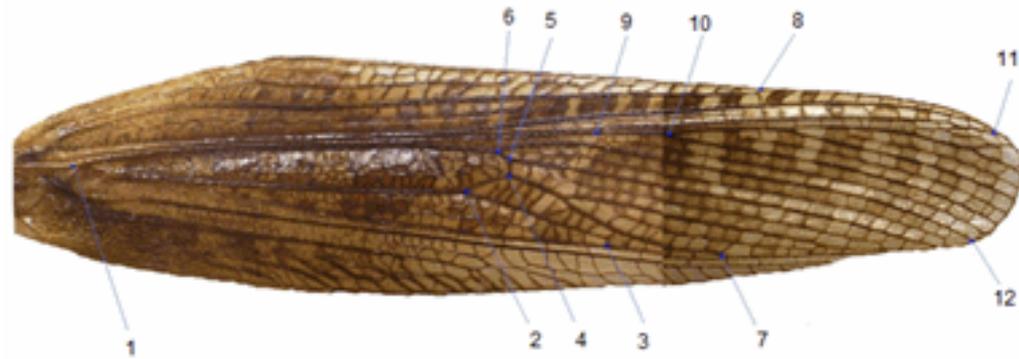
La morphométrie ou morphologie géométrique se base sur la comparaison de points de repères (PR) ou Landmarks « des auteurs anglo-saxons. Ces points de repères sont définis par la rencontre ou la séparation de deux nervures, ou par la rencontre d'une nervure avec un bord externe. Les PR ont été choisis de telle sorte que les parties distale et proximale de l'élytre soient représentées. La nomenclature des nervures (fig. 23) suit celle de BETHOUX et NEL (2001 et 2002), PETIT *et al.* (2006). Les douze PR retenus et adoptés par BENFEKIH (2006) sont définis par (fig. 24)

**PR1** : rencontre de la nervure médiane M et la nervure CuA+ CuP1 ; **PR2** : rencontre de la CuP1 et la CuP2 ; **PR3** : divergence distale de la nervure CuA+ MP ; **PR4** : divergence distale de la nervure CuA+ CuP1 ; **PR5** : point de départ proximal de la CuA+ MP ; **PR6** : point de départ proximal de la MA2 ; **PR7** : point de divergence distal de la M ; **PR8** : point de rencontre proximal entre RA et RP ; **PR9** : 1<sup>e</sup> bifurcation proximale de la RP ; **PR10** : point de rencontre entre la SCA et le bord antérieur ; **PR11** : point de rencontre entre la RA et le bord distal et **PR12** : point de rencontre entre le MA2 et le bord postérieur.



**Figure 23** : Nomenclature des nervures élytrales de *Locusta migratoria* d'après

(PETIT *et al.*, 2006). **SC** : nervure sous-costale ; **R** : nervure radiale ; **M** : nervure médiane ; **Cu** : nervure cubitale ; **A** : nervure anale ; **J** : nervure jugale ; **A** : antérieure ; **P** : postérieure. **a** : champ costal ; **b** : champ sous costal antérieur ; **c** : champ sous costal postérieur ; **d** : champ radial ; **e** : champ médian ; **f** : champ cubital antérieur.



**Figure 24** : Position et numérotation des Landmarks (PR) sur l'élytre de *Calliptamus barbarus* (**original**).

### III-3-2-2- Description de la méthode

Nous avons considéré toute la population de chacune des trois espèces étudiées dans le régime alimentaire afin de déceler une dissymétrie de développement des élytres. De chaque individu mâle et femelle de l'espèce considérée, on récupère l'élytre droite et gauche et on les dispose entre deux lames dans du liquide de Faure tout en mentionnant les indications nécessaires (date de récolte, station, sexe et numéro de l'individu, position de l'élytre).

Les élytres sont ensuite photographiées avec un appareil photo numérique puis traitées par ordinateur sous le logiciel de traitement d'images Picture Manager version 2007 puis avec Paint après planification, afin de mentionner les coordonnées x et y de chaque point de repère de l'élytre gauche et l'élytre droite de chaque individu respectivement.

Toutes les coordonnées sont alors mentionnées dans le bloc-notes en faisant précéder pour chaque élytre à chaque fois le nombre de landmarks et en terminant par un identifiant (ID) relatif à toutes les indications de l'élytre considérée, suivi par un commentaire (comment) indiquant le numéro de l'individu. Ces coordonnées sont enregistrées sous un fichier avec extension txt (texte) puis extension TPS pour être analysés par le logiciel d'analyses procustes généralisées (TPS RELW version 1.42) (PETIT et *al*, 2006).

Les points correspondant aux élytres de chaque individu ont été projetés sur les deux premiers axes de flexion relative (*relative warps*). En effet les flexions relatives sont une décomposition des déformations des PR selon des axes factoriels par rapport à l'individu moyen encore appelé consensus. Les coordonnées sur cette projection nous ont servi à calculer des distances euclidiennes entre les points correspondant aux élytres droit et gauche de chaque individu.

Le déplacement d'un PR de l'élytre droit par rapport à l'élytre gauche, après superposition est représenté par un vecteur dont le logiciel calcule la distance euclidienne entre les extrémités :  $D = \text{racine carrée } (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$ , avec  $x_1$  et  $y_1$  coordonnées de l'élytre droit et  $x_2$  et  $y_2$  coordonnées de l'élytre gauche.

## III-4- Exploitation des données

### III-4-1- Indices écologiques utilisés (RAMADE, 1984)

#### III-4-1-1- Richesse totale et moyenne du peuplement

##### a- La richesse du peuplement (S)

Elle représente le nombre d'espèces du peuplement donc c'est la richesse spécifique ou la richesse totale. La richesse moyenne (s) représente la moyenne de richesse par relevé ou richesse par relevé, ce paramètre exprime le nombre d'espèces les plus représentatives du milieu.

##### b- Abondance

L'abondance est exprimée sous trois aspects. L'Abondance spécifique représentant le nombre d'individus de l'espèce considérée dans le peuplement ; l'abondance totale qui est le nombre d'individus de toutes les espèces, et l'Abondance relative d'une espèce qui représente le rapport de son abondance spécifique sur l'abondance totale.

##### c- Fréquence

La fréquence d'occurrence (Fi) ou fréquence centésimale (%) est le pourcentage du nombre de relevés dans lequel une espèce est présente par rapport au nombre total des relevés. On considère qu'une espèce est accidentelle si  $F_i < 25\%$  : l'espèce arrive par accident ou par hasard donc n'a aucun rôle dans le peuplement.

L'espèce est accessoire si  $25\% \leq F_i \leq 50\%$ , celle-ci n'appartient pas au peuplement mais sert à son fonctionnement. Elle est régulière si  $50\% \leq F_i \leq 75\%$ , constante si  $75\% \leq F_i \leq 100\%$  et omniprésente si  $F_i = 100\%$ .

Les espèces constantes et omniprésentes sont les plus dominantes, elles ont plus de nourriture et sont d'étendue plus vaste.

##### d- Dominance

L'indice de dominance est calculé par la formule de Mac Naughton et Wolf (RAMADE, 1984).

$$IDO = \frac{Y_1 + Y_2}{Y} 100$$

Avec  $Y_1$  et  $Y_2$  = abondance des espèces de rangs 1 et 2 et  $Y$  = abondance totale du peuplement.

Plus l'indice de dominance IDO est élevé, plus le peuplement est dominé par un faible nombre d'espèces.

##### e- L'homogénéité du peuplement et coefficient de variation

L'homogénéité du peuplement (T)

$$T = \frac{s}{S} 100 \text{ mesure l'écart entre la richesse moyenne et la richesse totale.}$$

Plus cet écart est important, plus le peuplement est hétérogène.

Le coefficient de variation (V) mesure la variation de la richesse par station entre les différents relevés. Plus la richesse par relevé est variable plus V sera élevée et plus le peuplement est hétérogène.

$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$  Où  $\sigma$  = écart type de la richesse moyenne.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n n_i \cdot x_i \quad \sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^2 \quad \sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

#### **f- Diversité spécifique**

La diversité spécifique du peuplement (H) est l'expression du rapport entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus. Plus le nombre d'espèces est grand et plus les individus sont répartis équitablement dans le peuplement et plus grande sera la diversité.

La diversité spécifique constitue un outil révélateur de la nature du milieu exploité par une espèce considérée, elle est calculée par l'indice de Shannon :

$$H' = - \sum_{i=1}^n f_i \text{Log} f_i$$

dont n : espèce de rang n,  $f_i$  : abondance relative de l'espèce de rang.

La diversité spécifique mentionne s'il y a un équilibre entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus. Elle est minimale lorsque l'échantillonnage est représenté par une seule espèce, et maximale quand toutes les espèces échantillonnées ont la même fréquence.

#### **g- Amplitude d'habitat d'une espèce et préférendum écologique**

Elle donne une mesure de la niche écologique d'une espèce vis-à-vis d'une série de milieux ou de plusieurs classes d'un gradient écologique défini dans un milieu donné.

$AH = e^{H'}$  où  $H'$  est la diversité de shannon calculée avec des logarithmes népériens et non décimaux.

$H' = \sum p_i \ln p_i$  où  $p_i$  : proportion de l'espèce dans chaque milieu ou classe du gradient écologique.

L'amplitude d'habitat est égale à 1 lorsque l'espèce occupe un seul milieu ou une seule classe du gradient et peut aller jusqu'à n, le nombre de milieux ou de classes. Elle traduit la plasticité écologique de l'espèce.

Le barycentre écologique ou préférendum écologique représente le centre de gravité (poids écologique) d'une espèce dans un gradient d'un descripteur.

$g = \frac{x_1 + 2x_2 + 3x_3 + \dots + nx_n}{\sum_{j=1}^n x_j}$  dont ;  $x_j$  : c'est l'abondance ou la densité de l'espèce dans chaque classe de gradient.

Nous avons rassemblé les espèces de chaque station considérée en groupes de fréquence puis nous avons calculé la moyenne des moyennes de chaque groupe de classe de fréquence.

#### **h- Similitude du peuplement**

Dans le but de chercher le degré de similarité entre deux échantillons ou deux peuplements, nous avons utilisé le coefficient de similarité de SORENSEN (MAGURAN, 1988 in MOULAI *et al*, 2004) :  $S = 2c / (a + b)$  où ;

a : nombre d'espèces appartenant uniquement au peuplement 1.

b : nombre d'espèces appartenant uniquement au peuplement 2.

c : nombre d'espèces communes aux deux peuplements.

Cet indice varie de 0 à 100. S'il est égal à 0, les deux peuplements sont dissimilaires et ils n'ont aucune espèce en commun. S'il est égal à 100, la similarité entre les deux peuplements est complète et les espèces sont identiques.

Les résultats sont portés dans une matrice de similitude à partir de laquelle on peut construire une représentation graphique appelée dendrogramme de similitude.

Le coefficient d'association de JACCARD, qui tient compte de la présence/ absence des espèces, peut aussi calculer la ressemblance au non des peuplements (BOITIER, 2003), il est calculé par la formule  $a / a + b + c$  dont ;

a : nombre d'espèces communes aux deux peuplements.

b : nombre d'espèces présentes uniquement dans peuplement 1

c : nombre d'espèces présentes uniquement dans le peuplement 2

Sa valeur est comprise entre 0 et 1, la similarité étant d'autant plus forte que celle-ci est proche de 1.

## **III-4-2- Analyses univariées et multivariées**

---

### **III-4-2-1- Analyses de variance (SYSTAT vers.12.0, S.P.S.S. 1997)**

Nous avons réalisé une analyse de variance lorsque le problème était de savoir si la moyenne d'une variable quantitative variait significativement selon les conditions.

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu (station, sexe et espèce par exemple), nous avons utilisé le modèle linéaire global (GLM), pour connaître explicitement l'effet d'un facteur indépendamment.

### **III-4-2-2- Corrélations - régressions (PAST vers. 1.37, Hammer et al., 2001) et Excel™)**

Lorsque deux variables quantitatives varient conjointement, on doit mesurer la significativité du coefficient de corrélation. En conditions paramétriques, il s'agit du coefficient r de Pearson et en conditions non paramétriques, du coefficient rho de Spearman avec les probabilités associées. L'équation de la droite de régression est calculée lorsque les distributions sont en accord avec la normalité et que le coefficient de Pearson est significatif.

### **III-4-2-3- Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer et al., 2001)**

Dans le cas de variables qualitatives de type présence - absence, ou de variables semis quantitatives (indices de recouvrement, abondances moyennes), nous avons eu recours à une A.F.C. (Analyse factorielle des Correspondances). La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne des points a été prise en compte avec le logiciel PAST.

## Chapitre IV : Résultats

### IV-1- Composition floristique des stations d'étude

#### IV-1-1- Caractères qualitatifs et quantitatifs de l'analyse de la végétation dans les trois stations

---

##### IV-1-1-1- La station de la Mekhada

La richesse floristique de cette station totalise 46 espèces de plantes herbacées (Tableau 28). Les relevés de la végétation à 3 dates successives nous ont permis de retrouver 17 familles végétales, dont les Asteraceae avec 13 représentants, les Fabaceae et les Poaceae comptant 6 espèces de plantes chacune, ce sont donc les 3 familles les plus importantes de la Mekhada. Les autres familles restantes au nombre de 14 ne sont représentées que par 1 à 3 espèces.

Famille	Espèces
Cyperaceae	<i>Scirpus maritimus</i>
	<i>Helosciaris palustris</i>
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Dactylis glomerata</i>
	<i>Schizanthus barbatus</i>
	<i>Echinochloa colona</i>
	<i>Hordeum marinum</i>
	<i>Polygonum monspeliensis</i>
Lythraceae	<i>Lythrum junceum</i>
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i>
	<i>Eryngium dichotomum</i>
Apiaceae	<i>Ammi majus</i>
	<i>Helosciadium nodiflorum</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>
Alismataceae	<i>Damaconium alisma</i>
Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i>
	<i>Juncus pygmaeus</i>
	<i>Juncus inflexus</i>
Ranunculaceae	<i>Ranunculus cardeus</i>
	<i>Ranunculus parviflorus</i>
	<i>Ranunculus aquatilis</i>
Fabaceae	<i>Trifolium michelianum</i> <i>ssp. eu-michelianum</i>
	<i>Lotus jolyi</i>
	<i>Medicago sativa</i>
	<i>Lotus ornithopodioides</i>
	<i>Trifolium tomentosum</i>
	<i>Hedysarum coronarium</i>
Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i>
Asteraceae	<i>Scophmus maculatus</i>
	<i>Hyoseris radiata</i>
	<i>Silybum ebumsum</i>
	<i>Chrysanthemum</i> <i>sp.</i>
	<i>Matricaria chamomilla</i>
	<i>Bellis annua</i>
	<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Bellis repens</i>
	<i>Galactites tomentosa</i>
	<i>Cichorium intybus</i>
	<i>Chrysanthemum fucatum</i>
	<i>Chrysanthemum segetum</i>
	<i>Hypochoeris achyrophorus</i>
Scrofulariaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
Liliaceae	<i>Allium flavum</i>
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i> <i>ssp. vulgaris</i>

**Tableau 28 : Richesse spécifique totale de la station du marais.**

Les indices d'abondance dominance de chaque plante considérée sont mentionnés également pour les 3 dates dans les tableaux 29, 30 et 31. La composition floristique ainsi que l'abondance dominance des espèces végétales changent d'une période à une autre en fonction de l'abaissement du niveau d'eau dans le marais. C'est durant le mois d'avril où la composition floristique est très riche en espèces végétales, elle est représentée par 16 familles au total dont 9 familles communes dans les deux relevés du mois. Les plantes ont été récoltées surtout à l'état vert. Nous remarquons que la majorité des espèces (30 plantes soit 65 % de tout le cortège floristique) sont présentes beaucoup plus au début du mois d'avril avec des indices d'abondance dominance compris entre + et 3. Vers la fin de ce mois, on observe la présence d'autres espèces qui ont succédé aux premières plantes récoltées probablement en raison de la baisse du niveau hydrique dans le marais. Au début du mois de mai, on note la dominance de l'espèce *Scirpus holoscoenus* avec un indice d'abondance dominance compris entre 3 à 5 (Tableau 31).

Nous avons par ailleurs récolté certaines plantes au niveau des lisières ( bord de la digue le 08-04-08) telles que : *Convolvulus tricolor*, *Emex spinosa*, *Geranium atlanticum*,

**Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).**

Hutchinsia procumbens, Sherardia arvense, Lotus pedunculatus, Daucus carota, Melilotus indica, Eryngium dichotomum, Lotus ornithopodioides et en date du (11-05-08) : Scolymus maculatus, Silybum eburneum, Galactites tomentosa, Cichorium itybus, Hordeum murinum, Ranunculus sardeus, Eryngium dichotomum.

Famille	Espèces
Cyperaceae	<i>Scirpus maritimus</i>
	<i>Helosecharis palustris</i>
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Dactylis glomerata</i>
	<i>Schizanthus barbatus</i>
	<i>Echinochloa colona</i>
	<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Polygonum monspeliense</i>
Lythraceae	<i>Lythrum junceum</i>
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i>
	<i>Eryngium dichotomum</i>
Apiaceae	<i>Anmi majus</i>
	<i>Helosciadium nodiflorum</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>
Alismataceae	<i>Damasontium alisma</i>
Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i>
	<i>Juncus pygmaeus</i>
Ranunculaceae	<i>Ranunculus sardeus</i>
	<i>Ranunculus parviflorus</i>
	<i>Ranunculus aquatilis</i>
Fabaceae	<i>Trifolium michelianum</i> sp. eu- michelianum
	<i>Lotus jolyi</i>
	<i>Medicago sativa</i>
	<i>Lotus ornithopodioides</i>
	<i>Trifolium tomentosum</i>
	<i>Hedysarum coronarium</i>
Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i>
	<i>Scolymus maculatus</i>
	<i>Hypocis radiata</i>
	<i>Silybum eburneum</i>
	<i>Chrysanthemum</i> sp
	<i>Matricaria chamomilla</i>
	<i>Bellis annua</i>
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Bellis repens</i>
	<i>Galactites tomentosa</i>
	<i>Cichorium itybus</i>
	<i>Chrysanthemum fuscum</i>
	<i>Chrysanthemum segetum</i>
	<i>Hypocis achyrophorus</i>
Scrophulariaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
Liliaceae	<i>Allium flavum</i>
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i> sp. vulgaris

**Tableau 29 :** Richesse floristique, abondance dominance et recouvrement moyen des espèces végétales de la station de la Mekhada au début du mois d'avril (08-04-08).

Les nombres entre parenthèses indiquent les recouvrements moyens.

Famille	Espèces /relevé	R1(16m <sup>2</sup> )	R2(16m <sup>2</sup> )	R3(16m <sup>2</sup> )	R4(16m <sup>2</sup> )
Poaceae	<i>Polygonum monspeliensis</i>	2 (17,5)	2 (17,5)	-	1 (5)
	<i>Lolium multiflorum</i>	1 (5)	-	-	1 (5)
	<i>Hordeum marinum</i>	2 (17,5)	2 (17,5)	2 (17,5)	1 (5)
Asteraceae	<i>Scolymus maculatus</i>	-	-	+ (0,1)	-
	<i>Silybum edurneum</i>	-	-	+ (0,1)	-
	<i>Chrysanthemum sp</i>	-	+ (0,1)	-	+ (0,1)
	<i>Bellis repens</i>	-	-	1 (5)	2 (17,5)
	<i>Cichorium intybus</i>	-	-	+ (0,1)	-
	<i>Chrysanthemum fuscatum</i>	-	-	1 (5)	-
	<i>Chrysanthemum segetum</i>	-	-	-	1 (5)
	<i>Hypochoeris achyrophorus</i>	-	+ (0,1)	-	+ (0,1)
Fabaceae	<i>Hedysarum coronarium</i>	-	-	+ (0,1)	-
Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i>	-	1 (5)	-	-
Juncaceae	<i>Juncus inflexus</i>	-	+ (0,1)	-	+ (0,1)
	<i>Juncus pygmaeus</i>	-	-	-	+ (0,1)
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i>	+ (0,1)	-	-	-
	<i>Eryngium dichotomum</i>	-	-	-	1 (5)
Apiaceae	<i>Helosciadium nodiflorum</i>	+ (0,1)	-	-	1 (5)
	<i>Ammi majus</i>	-	-	-	+ (0,1)
Cyperaceae	<i>Scirpus holoscoenus</i>	-	+ (0,1)	-	2 (17,5)
Ranunculaceae	<i>Ranunculus parviflorus</i>	-	-	-	2 (17,5)
Scrofulariaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	-	-	-	+ (0,1)
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>	3 (37,5)	3 (37,5)	2 (17,5)	2 (17,5)
Lythraceae	<i>Lythrum junceum</i>	2 (17,5)	1 (5)	1 (5)	2 (17,5)

**Tableau 30** : Richesse floristique, abondance dominance et recouvrement moyen des espèces végétales de la station de la Mekhada à la fin du mois d'avril (28-04-08).

Famille	Espèces/relevé	R1(1m <sup>2</sup> )	R2(1m <sup>2</sup> )	R3(1m <sup>2</sup> )	R4(1m <sup>2</sup> )	R5(1 m <sup>2</sup> )	R6(2m <sup>2</sup> )	R7(4m <sup>2</sup> )	R8(4m <sup>2</sup> )
Cyperaceae	<i>Scirpus holoscoenus</i>	5 (87,5)	4 (62,5)	4 (62,5)	4 (62,5)	3 (37,5)	3 (37,5)	2 (17,5)	3 (37,5)
	<i>Heterochaeris palustris</i>	-	-	-	-	+ (0,1)	+ (0,1)	-	+ (0,1)
Juncaceae	<i>Juncus inflexus</i>	+ (0,1)	+ (0,1)	1 (5)	+ (0,1)	+ (0,1)	1 (5)	1 (5)	-
	<i>Juncus biflorus</i>	-	-	-	-	+ (0,1)	+ (0,1)	-	-
Apiaceae	<i>Helosciadium nodiflorum</i>	3 (37,5)	3 (37,5)	4 (62,5)	+ (0,1)	2	-	-	-
Poaceae	<i>Polypogon monspeliensis</i>	+ (0,1)	+ (0,1)	+ (0,1)	-	2	3 (37,5)	4 (62,5)	5 (87,5)
	<i>Echinochloa colona</i>	-	-	-	-	-	-	-	+ (0,1)
Lythraceae	<i>Lythrum junceum</i>	2 (17,5)	2 (17,5)	2 (17,5)	1 (5)	+ (0,1)	+ (0,1)	-	+ (0,1)
Ranunculaceae	<i>Ranunculus aquatilis</i>	-	-	+ (0,1)	-	-	-	-	-
Alismataceae	<i>Damasodium alisma</i>	+ (0,1)	+ (0,1)	+ (0,1)	+ (0,1)	+ (0,1)	+ (0,1)	-	-
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+ (0,1)
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i>	-	-	-	-	-	-	-	+ (0,1)

**Tableau 31** : Richesse floristique, abondance dominance et recouvrement moyen des espèces végétales de la station de la Mekhada au mois de mai (11-05-08).

Le recouvrement moyen des espèces au mois d'avril est relativement moyen (de 0,1 à 37,5 %), avec deux espèces *Plantago coronopus* et *Lythrum junceum* dont le pourcentage de recouvrement est plus élevé par rapport aux autres espèces (17,5 % à 37,5 %). Au mois de mai, l'espèce *Scirpus holoscoenus* présente un recouvrement moyen très élevé, de 62,5 % à 87,5 %.

#### IV-1-1-2- La station de Chtaïba

La richesse floristique totale de toutes les strates de la station de Chtaïba (tableau 32) compte 74 espèces végétales réparties en 32 familles, dont la strate herbacée seule y compte 56 plantes, et la strate arbustive 16 espèces, constituent le cortège floristique du Chêne-liège. La strate arborée avec seulement deux espèces *Quercus suber* caractérisant la formation végétale de la station et *Olea europea*.

Les espèces de la strate herbacée se regroupent en 23 familles. Les familles les plus représentatives sont au nombre de 3 dont celle des Fabaceae au premier rang avec 12 espèces, puis les Poaceae (11 espèces) et enfin la famille des Asteraceae représentées par 8 espèces végétales. Les 2 autres strates comptent 11 familles.

Nous remarquons que la plupart des herbacées ont des indices d'abondance dominance compris entre + et 2 sauf quelques espèces *Trifolium cherleri*, *Mentha pulegium*, *Echium parviflorum*, *Filago gallica* et *Bellis annua*, qui ont une abondance dominance égal à 3.

Famille	Espèces / relevé	R1(32m <sup>2</sup> )	R2(16m <sup>2</sup> )
Lmaceae	<i>Linum flavum</i>	1 (5)	-
	<i>Medicago laciniata</i>	2 (17,5)	-
	<i>Trifolium scabrum</i>	1 (5)	-
	<i>Trifolium cheirleri</i>	3 (37,5)	2 (17,5)
	<i>Lotus edulis</i>	+ (0,1)	1 (5)
	<i>Tetragonolobus biflorus</i>	1 (5)	-
Fabaceae	<i>Astragalus monspessulanus</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Trifolium michelianum</i>	2 (17,5)	-
	<i>Trifolium tomentosum</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
	<i>Hedysarum coronarium</i>	-	+ (0,1)
	<i>Lotus ornithogodioides</i>	-	2 (17,5)
	<i>Trifolium arvense</i>	-	+ (0,1)
	<i>Scorpiurus muricatus</i>	-	+ (0,1)
	<i>Asclepias triangularis</i>	2 (17,5)	-
	<i>Ctenopis pectinella</i>	+ (0,1)	-
	<i>Bromus sterilis</i>	+ (0,1)	-
	<i>Bromus scoparius</i>	-	-
	<i>Bromus madritensis</i>	1 (5)	-
Poaceae	<i>Lolium perenne</i>	1 (5)	1 (5)
	<i>Koeleria rhizophila</i>	-	1 (5)
	<i>Lolium multiflorum</i>	1 (5)	-
	<i>Koeleria phleoides</i>	+ (0,1)	1 (5)
	<i>Phalaris arundinacea</i>	1 (5)	-
	<i>Schizanthus barbatus</i>	-	1 (5)
Plantaginaceae	<i>Plantago bellardii</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
	<i>Plantago coronopus</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
	<i>Plantago notata</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
Asteraceae	<i>Bellis annua</i>	2 (17,5)	3 (37,5)
	<i>Hyoseris radiata</i>	1 (5)	-
	<i>Galactites tomentosa</i>	1 (5)	+ (0,1)
	<i>Sonchus oleraceus</i>	+ (0,1)	-
	<i>Hypochoeris achyrophorus</i>	1 (5)	1 (5)
	<i>Centaurea nicaeensis</i>	2 (17,5)	1 (5)
Asteraceae	<i>Filago gallica</i>	3 (37,5)	2 (17,5)
	<i>Centaurea serotina</i>	-	+ (0,1)
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Juncaceae	<i>Juncus biflorus</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Malvaceae	<i>Lavatera cretica</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	2 (17,5)	1 (5)
Orobanchaceae	<i>Orobancha lavandulacea</i>	1 (5)	1 (5)
Caryophyllaceae	<i>Silene coeli-rosa</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Cerastium glomeratum</i>	2 (17,5)	-
Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria ssp pinnatifolia</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Convolvulaceae	<i>Convolvulus durandoi</i>	1 (5)	-
Apiaceae	<i>Dupleurum rigidum</i>	-	+ (0,1)
Ranunculaceae	<i>Ranunculus muricatus</i>	2 (17,5)	1 (5)
Rubiaceae	<i>Sherardia arvensis</i>	-	2 (17,5)
Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i>	3 (37,5)	-
Lythraceae	<i>Lythrum junceum</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
Boraginaceae	<i>Echium parviflorum</i>	3 (37,5)	2 (17,5)
	<i>Cynoglossum dioscoridi</i>	-	+ (0,1)
Scrofulariaceae	<i>Verbascum sinuatum</i>	-	+ (0,1)
Geraniaceae	<i>Geranium atlanticum</i>	+ (0,1)	1 (5)
	<i>Geranium robertianum</i>	+ (0,1)	1 (5)
Hypericaceae	<i>Hypericum thymifolium</i>	-	+ (0,1)

**Tableau 32 : Richesse floristique, abondance dominance et recouvrement moyen des espèces végétales de la strate herbacée de la station de Chtaïba à la fin du mois d'avril (27-04-08).**

L'abondance dominance de la strate arbustive et arborescente est mentionnés dans le tableau 33. La strate arborée représentée par deux espèces, l'espèce *Quercus suber* caractérise la formation végétale de la station, son abondance dominance est de 3 et l'*Olea europea* avec une abondance dominance faible. La strate arbustive est dominée par 4 espèces à une abondance dominance de 3 chacune.

Famille	Espèces relevé	/ R1(100 m <sup>2</sup> )
Fagaceae	<i>Quercus suber</i>	3 (37,5)
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i>	3 (37,5)
Myrtaceae	<i>Myrtus communis</i>	2 (17,5)
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i>	1 (5)
	<i>Arbutus unedo</i>	3 (37,5)
Ericaceae	<i>Erica multiflora</i>	3 (37,5)
	<i>Erica arborea</i>	3 (37,5)
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i>	+ (0,1)
	<i>Robus fruticosus</i>	1 (5)
Cistaceae	<i>Cistus salvifolius</i>	1 (5)
	<i>Cistus monspeliensis</i>	1 (5)
Thymeliaceae	<i>Daphne gnidium</i>	+ (0,1)
Fabaceae	<i>Calycotome spinosa</i>	2 (17,5)
	<i>Halimium halimifolium</i>	1 (5)
Oleaceae	<i>Phillyrea angustifolia</i>	2 (17,5)
	<i>Olea europea</i>	1 (5)
Liliaceae	<i>Smilax aspera</i>	2 (17,5)
	<i>Asparagus acutifolius</i>	+ (0,1)

**Tableau 33 :** Richesse floristique, abondance dominance et recouvrement moyen des espèces végétales de la strate arborée et arbustive de la station de Chtaïba.

La strate arborée et arbustive mentionnés dans le tableau 33 présentent un recouvrement situé entre 0,1 et 37,5 %. Comme pour l'abondance dominance, le recouvrement moyen est compris entre 0,1 et 17,5 %, il est de 37,5 pour les espèces *Trifolium cherleri*, *Mentha pulegium*, *Echium parviflorum*, *Filago gallica* et *Bellis annua*.

#### IV-1-1-3- La station d'El Ghorra

Cette station compte en totalité 28 familles et 65 espèces (tableaux 34 et 35). La strate herbacée y est seule compte 56 espèces répartissent en 24 familles dont les Asteraceae sont les plus abondantes en espèces (10 espèces), suivi par les Poaceae (8 espèces de plantes), ensuite les Fabaceae avec 5 espèces, les Rubiaceae avec 4 espèces végétales, vient après les Geraniaceae et les Apiaceae par 3 espèces chacune, le reste des familles avec une ou deux représentants seulement.

La strate arbustive est moins riche en espèces par apport à la station précédente, elle ne compte que 8 espèces botanique et la strate arborée est caractérisée par la dominance du *Quercus faginea* qui est en bon état sanitaire et surtout échappé du ravage du feu estival.

Les espèces herbacées de la station d'El Ghorra présentent une abondance dominance de + à 2, il y a des espèces végétales présentant dans les deux relevés avec la même abondance dominance ou non, les autres présentent que dans l'un des relevés.

Famille	Espèces /relevé	R1(100m <sup>2</sup> )	R2(100m <sup>2</sup> )
Liliaceae	<i>Asphodelus microcarpus</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Allium trigustum</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Plantaginaceae	<i>Plantago serraria</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
	<i>Plantago lanceolata</i>	-	1 (5)
Fabaceae	<i>Trifolium ochroleucum</i>	-	+ (0,1)
	<i>Trifolium leucanthum</i>	+ (0,1)	-
	<i>Trifolium cherleri</i>	2 (17,5)	1 (5)
	<i>Trifolium tomentosum</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Medicago sativa</i>	-	+ (0,1)
Asteraceae	<i>Bellis sylvestris</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Bellis annua</i>	1 (5)	-
	<i>Catananthe coerulea</i>	-	+ (0,1)
	<i>Hyoeris radicata</i>	1 (5)	1 (5)
	<i>Galactites tomentosa</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Hypochoeris achyrophorus</i>	1 (5)	1 (5)
	<i>Asteraceae sp</i>	-	+ (0,1)
	<i>Marricaria chamomilla</i>	-	+ (0,1)
	<i>Centaurea seridis</i>	-	+ (0,1)
	<i>Pulicaria odora</i>	-	+ (0,1)
Poaceae	<i>Oropetium africanum</i>	-	1 (5)
	<i>Lolium perenne</i>	2 (17,5)	-
	<i>Polygonon monspeliensis</i>	1 (5)	-
	<i>Panicum burgdium</i>	+ (0,1)	-
	<i>Bromus scoparius</i>	2 (17,5)	1 (5)
	<i>Sclitimus barbatus</i>	2 (17,5)	1 (5)
Geraniaceae	<i>Bromus rubens</i>	+ (0,1)	-
	<i>Dactylis glomerata</i>	1 (5)	1 (5)
	<i>Geranium rotundifolium</i>	+ (0,1)	-
Scrophulariaceae	<i>Geranium robertianum</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Erodium tordylioides</i>	-	+ (0,1)
Primulaceae	<i>Verbascum zinnatum</i>	+ (0,1)	-
Apiaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Gentianaceae	<i>Daucus carota</i>	+ (0,1)	-
	<i>Apium graveolens</i>	-	1 (5)
Ranunculaceae	<i>Tapsia garganica</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Blackstonia perfoliata</i>	+ (0,1)	-
Rubiaceae	<i>Ranunculus palustris</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
	<i>Ficaria verna</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Polygonaceae	<i>Galium aparine</i>	-	+ (0,1)
	<i>Schervardia arvensis</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
	<i>Galium verum</i>	1 (5)	1 (5)
Lamiaceae	<i>Galium rotundifolium ssp ovalifolium</i>	2 (17,5)	-
	<i>Emex spinosa</i>	1 (5)	-
Juncaceae	<i>Mentha pulegium</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
	<i>Juncus effusus</i>	1 (5)	2 (17,5)
Linaceae	<i>Juncus biflorus</i>	+ (0,1)	-
	<i>Linum flavum</i>	-	+ (0,1)
Rosaceae	<i>Sanguisorba minor</i>	+ (0,1)	+ (0,1)
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i>	2 (17,5)	2 (17,5)
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp</i>	-	+ (0,1)
Crassulaceae	<i>Sedum caeruleum</i>	+ (0,1)	-
Valerianaceae	<i>Fedia cornucopiae</i>	1 (5)	+ (0,1)
Brassicaceae	<i>Biscutella raphanifolia</i>	1 (5)	2 (17,5)
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris ssp vulgaris</i>	1 (5)	-
Boraginaceae	<i>Cynoglossum dioicoides</i>	+ (0,1)	-
	<i>Echium parviflorum</i>	-	1 (5)

**Tableau 34** : Richesse floristique, abondance dominance et recouvrement moyen des espèces végétales de la station d' El Ghorra à la fin avril (27-04-08). (-) indique l'absence de l'espèce de plante dans le relevé.

Le *Quercus faginea* est la seule espèce arborée dans la station, il présente une abondance dominance de 4 , constitue une très belle forêt de chêne zeen de la montagne d'El Ghorra sur la frontière algéro – tunisienne. L'abondance dominance de la strate arbustive est faible et a tendance de diminuer avec l'altitude où la densité du *Quercus faginea* augmente. L'abondance dominance de la strate arborée et arbustive est mentionnés dans le tableau .

Famille	Espèces / relevé	R.1 (100 m <sup>2</sup> )
Fagaceae	<i>Quercus faginea</i>	4 (62,5)
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i>	1 (5)
	<i>Robus fruticosus</i>	1 (5)
Cistaceae	<i>Cistus salvifolius</i>	1 (5)
Fabaceae	<i>Cytisus triflorus</i>	1 (5)
	<i>Genista aspalathoides</i>	+ (0,1)
	<i>Calycotome villosa</i>	2 (17,5)
	<i>Calycotome spinosa</i>	2 (17,5)
Oleaceae	<i>Phillyrea angustifolia</i>	+ (0,1)

**Tableau 35 :** Richesse floristique, abondance dominance et recouvrement moyen des espèces de plantes de la strate arborée et arbustive de la station d'El Ghorra.

Le recouvrement moyen des espèces herbacées est entre 0,1% et 17,5%, le recouvrement moyen de la strate arborée et arbustive sont mentionnés dans le tableau .

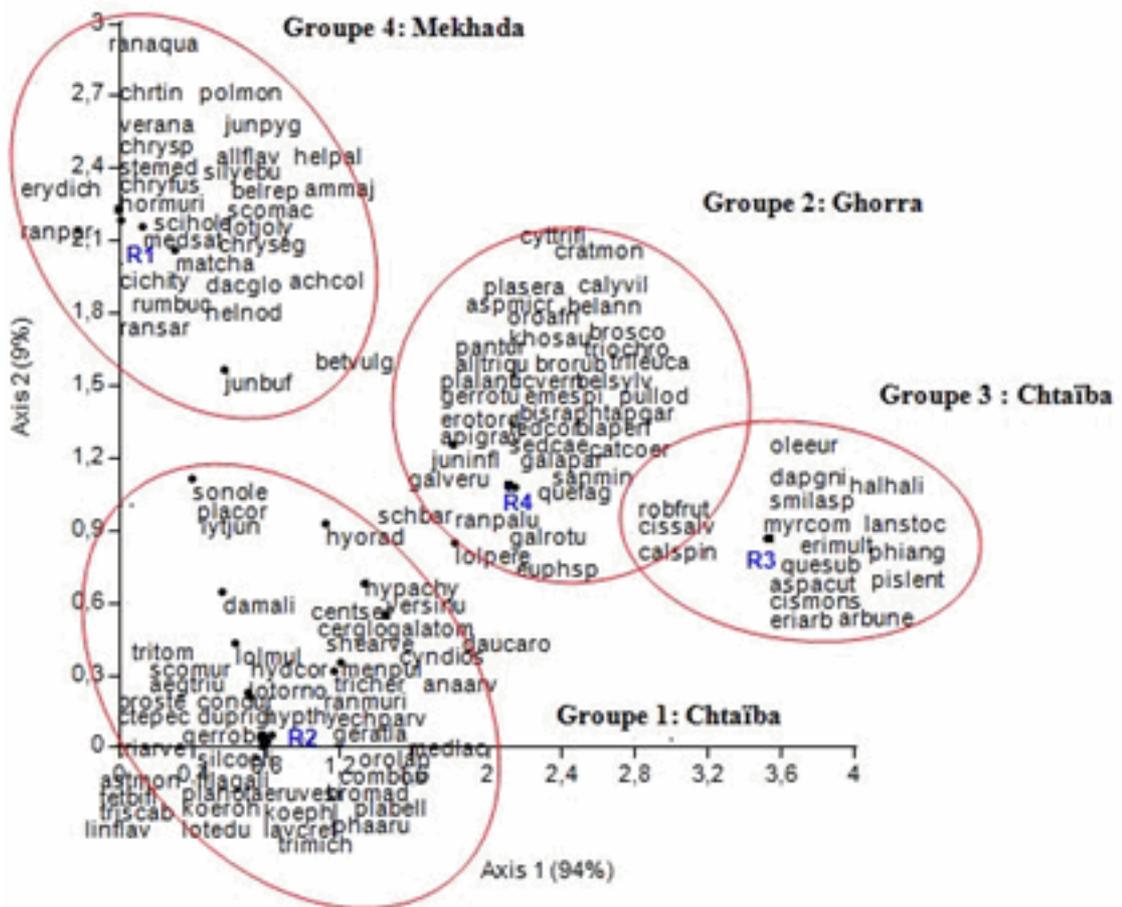
## IV-2- Diversité des communautés végétales dans les trois stations

### IV-2-1- Analyse globale

---

Pour analyser la composition floristique dans les trois stations étudiées nous avons eu recours à l'analyse factorielle des correspondances.

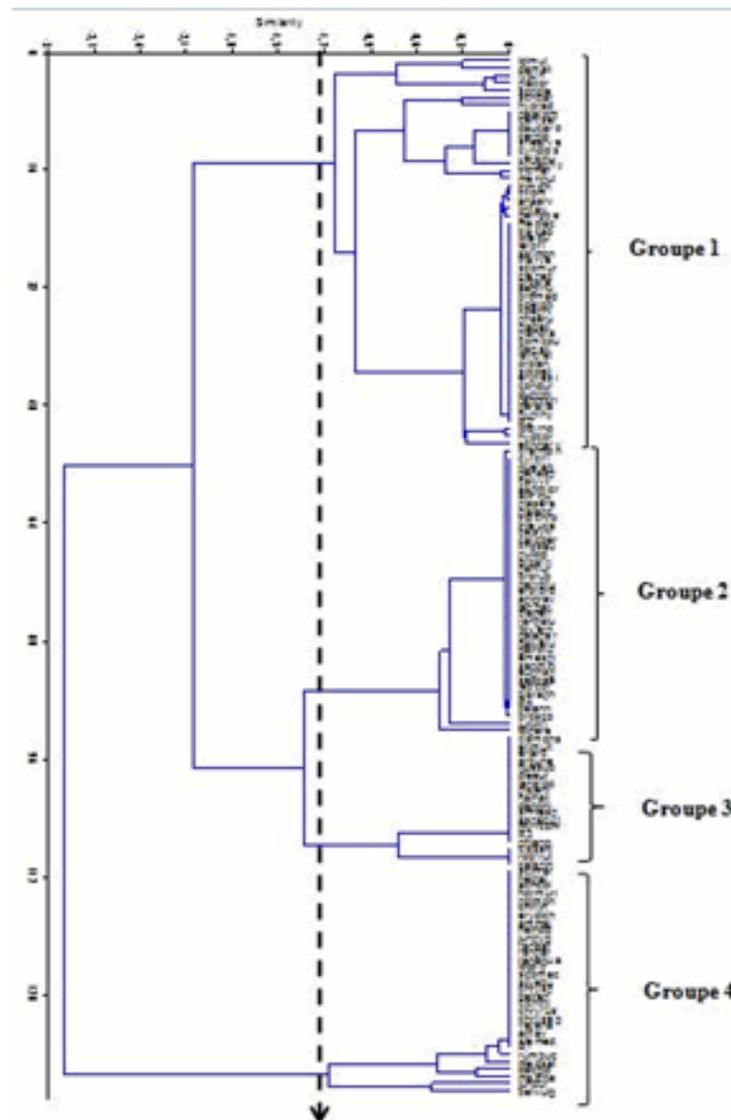
L'axe 1 de L'AFC totalise 94% des informations de la projection de la végétation dans les trois stations. On remarque que ces dernières sont caractérisées par des communautés végétales séparées (fig. 25, 26). Ainsi, le groupe 4 caractérise la station du marais de la Mekhada comprenant des espèces d'herbacées.



**Figure 25 :** Projection des communautés d'espèces végétales de la totalité des 3 stations sur les axes 1 et 2 de L'AFC.

Le groupe 1 et 3 concernent les plantes de la station de chtaïba qui est une clairière sous maquis arboré. On distingue en effet le groupe des plantes arbustives associées au chêne liège *Quercus suber* et à l'olivier *Olea europea* (groupe 3) ainsi que le groupe des herbacées (groupe 1) dont certaines plantes avec un recouvrement moyen important à dominance de Fabacées telles que les *Trifolium*, la Poaceae *Aegilops triuncialis*, les différentes espèces de *Plantago*, les centaureae *Centaurea nicaeensis* et *Filago gallica* ainsi que *Mentha pulegium* et *Echium parviflorum* (tableau 32).

Le groupe 2 caractérise la station d'El Ghorra comprenant des herbacées du sous bois à dominance de Calycotome et dont les plus abondantes sont les Poaceae *Lolium perenne*, *Schismus barbatus* et *Bromus scoparius*, les *Plantago* (*Plantaginaceae*), *Cerastium glomeratum* (*Caryophyllaceae*) et *Mentha pulegium* (*Lamiaceae*) (fig. 25, 26 et tableau 34).



**Figure 26 :** Classification ascendante hiérarchique des groupes d'espèces végétales des stations étudiées.

#### IV-2-2- Caractérisation de la végétation prairiale de la station de la Mekhada

Dans la station de la Mekhada, les 17 relevés effectués nous ont permis d'inventorier l'ensemble de la végétation du marais.

L'AFC a fait ressortir 4 groupes dans cette station avec l'axe 1 qui contribue pour 71% d'informations et 28% pour l'axe 2 (fig. 27). Les coordonnées de chaque relevé et espèce végétale sont analysés par la CAH (fig. 28). Le groupe 1 compte 3 relevés (R6, R7 et R8) avec 6 espèces de plantes appartenant respectivement aux familles des Poaceae, Asteraceae, Fabaceae et Polygonaceae. Le groupe 2 contient 5 relevés (R1, R2, R3, R4, R5), c'est le plus riche en espèces au nombre de 25 plantes, dont 9 appartenant à la famille

des Asteraceae, 5 espèces à la famille des Fabaceae, 3 espèces végétales à la famille des Poaceae.

Les autres familles de plantes de ce groupe sont représentées par une seule espèce chacune : les Lythraceae, les Ranunculaceae, les Liliaceae, les Caryophyllaceae, les Juncaceae, les Plantaginaceae, les Primulaceae et les Brassicaceae.

Le groupe 3 comprend 8 relevés (R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17) avec 8 espèces dont une Ranunculaceae, une Juncaceae, 2 Poaceae, une Apiaceae, une Alismataceae, une Cyperaceae et une Euphorbiaceae.

Enfin, le groupe 4 comprend un seul relevé (R9) représenté par 7 espèces une Juncaceae, deux Apiaceae, une Asteraceae, une Ranunculaceae, une Verbanaceae et une Cyperaceae.

Grâce à l'AFC et la CAH (fig 27 et 28), nous avons rassemblé les relevés en blocs de relevés correspondants aux groupes de la CAH. Après le calcul de la fréquence compensée de chaque espèce végétale dans chaque bloc, nous avons construit ensuite un tableau phytosociologique en utilisant l'ordre des blocs de relevés et les différentes classes de fréquence (tableau 36).

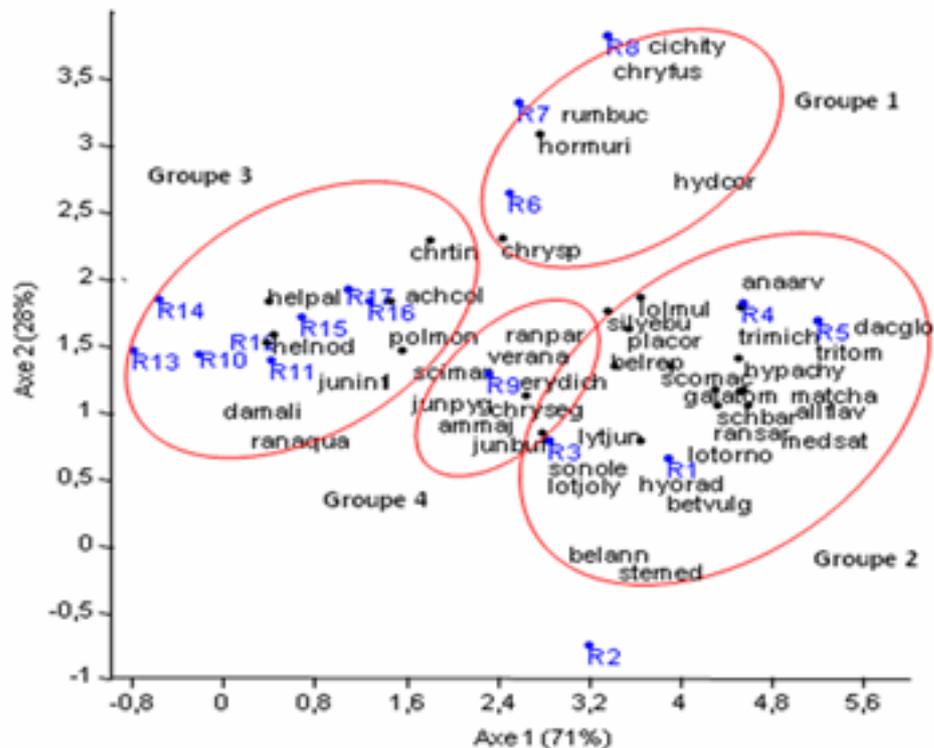
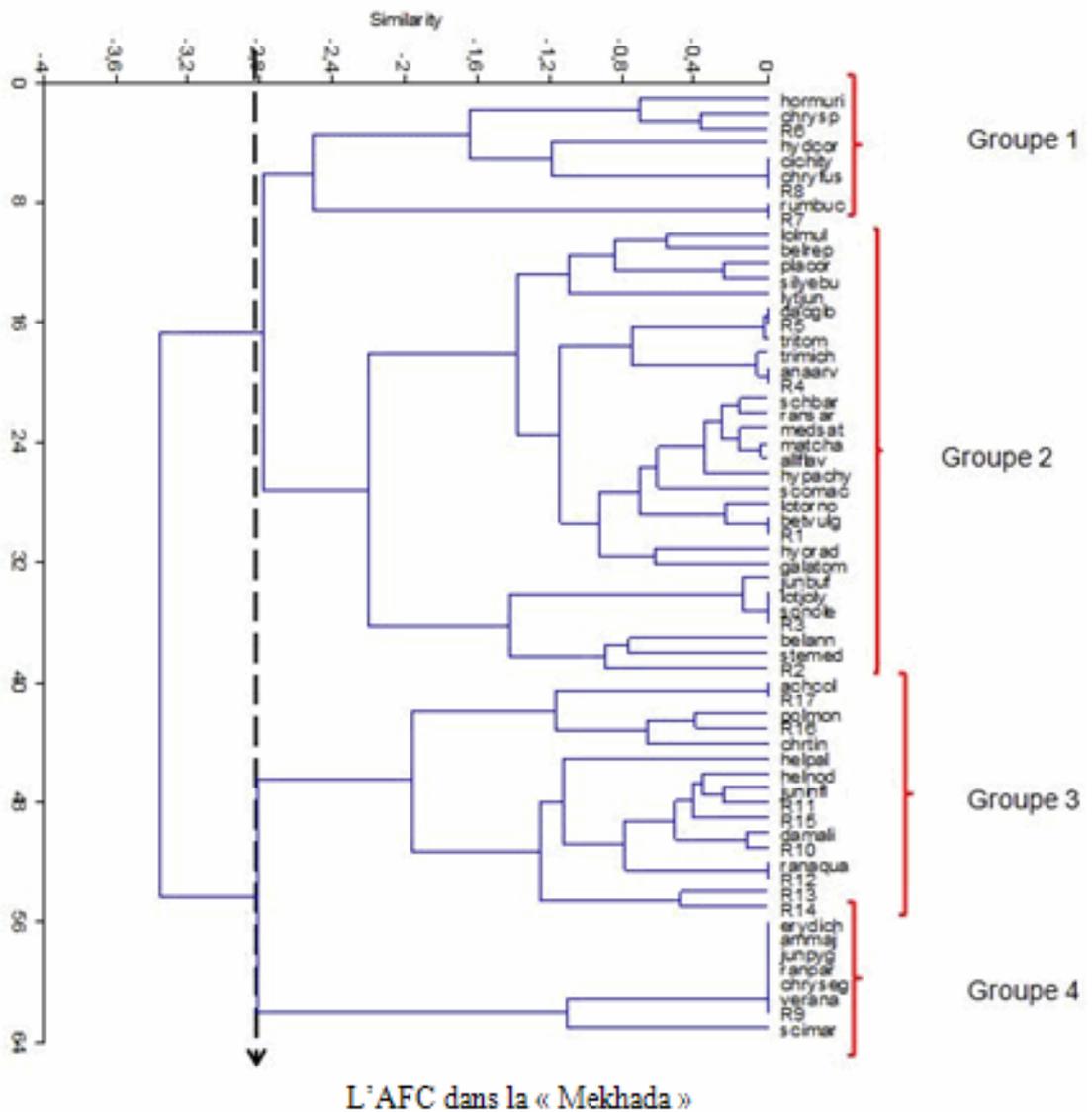


Figure 27 : Projection des communautés d'espèces végétales sur les axes 1 et 2 de



**Figure 28 :** Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique des groupes d'espèces végétales de la Mekhada.

Les classes 4 (++) des fréquences compensées sont celles qui contribuent le plus fortement à la caractérisation d'un bloc donné et qui est suivie de la classe 3 (+). La classe 1 (•) correspond aux espèces absentes dans le bloc; alors que la classe 2 (-) correspond aux espèces végétales à très large répartition (tableau 37) (GUENDOOUZ-BENRIMA, 2005).

Espèce	Code	blocs et nombre de relevés				fréq ab
		spe 1 (3)	spe 2 (5)	spe 3 (8)	spe 4 (1)	
<i>Juncus efflexus</i>	junimf	0,1	0	0,28	0,32	52,94
<i>Helosciaris palustris</i>	helpal	0	0	0,36	0	17,65
<i>Lolium multiflorum</i>	lolmil	0,24	0,29	0	0,72	23,53
<i>Dactylis glomerata</i>	dacglo	0	0,58	0	0	5,88
<i>Sclimus barbatus</i>	schbar	0	0,58	0	0	17,65
<i>Echinochloa colona</i>	echcol	0	0	0,36	0	5,88
<i>Hordeum murinum</i>	hormur	0,72	0	0	0,72	23,53
<i>Polygonum monspeliense</i>	polmon	0,16	0,10	0,21	0,24	70,59
<i>Lycium junceum</i>	lytjun	0,18	0,18	0,16	0,18	94,12
<i>Chrysophora tinctoria</i>	chrtn	0,48	0	0,18	0	11,76
<i>Erygium dichotomum</i>	erydich	0	0	0	2,89	5,88
<i>Anoni majus</i>	ammaj	0	0	0	2,89	5,88
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	helnod	0,12	0,07	0,23	0,36	47,06
<i>Plantago coronopus</i>	placor	0,28	0,29	0,04	0,29	58,82
<i>Damaconium alisma</i>	damali	0	0,00	0,36	0	35,29
<i>Juncus duftonii</i>	junbuf	0	0,29	0,18	0	23,53
<i>Juncus pygmaeus</i>	junpyg	0	0	0	2,89	5,88
<i>Scirpus holoschoenus</i>	schole	0,04	0,19	0,19	0,19	88,24
<i>Ranunculus scardus</i>	ransar	0	0,58	0	0	29,41
<i>Ranunculus parviflorus</i>	ranpar	0	0	0	2,89	5,88
<i>Ranunculus aquatilis</i>	ranaqua	0	0	0,36	0	5,88
<i>Tribulum michelianum ssp. austriacum</i>	trimich	0	0,58	0	0	17,65
<i>Lotus jolyi</i>	lojoly	0	0,58	0	0	5,88
<i>Medicago sativa</i>	medsat	0	0,58	0	0	23,53
<i>Lotus ornatissimus</i>	lotomo	0	0,58	0	0	29,41
<i>Tribulum tomentosum</i>	tritom	0	0,58	0	0	11,76
<i>Hydactylum coronatum</i>	hydcor	0,48	0,29	0	0	11,76
<i>Rumex bucephalophorus</i>	rumbuc	0,96	0	0	0	5,88
<i>Scorpiurus maculatus</i>	scomac	0,24	0,43	0	0	23,53
<i>Hyoseris radiata</i>	hyorad	0	0,58	0	0	29,41
<i>Silybum eburneum</i>	silyebu	0,32	0,39	0	0	17,65
<i>Chrysanthemum sp.</i>	chrysp	0,48	0	0	1,45	11,76
<i>Matricaria chamomilla</i>	matcha	0	0,58	0	0	29,41
<i>Bellis annua</i>	belann	0	0,58	0	0	11,76
<i>Sonchus oleraceus</i>	sonole	0	0,58	0	0	5,88
<i>Bellis repens</i>	belrep	0,14	0,41	0	0,41	41,18
<i>Galactites tomentosa</i>	galatom	0	0,58	0	0	11,76
<i>Cichorium intybus</i>	cichity	0,96	0	0	0	5,88
<i>Chrysanthemum fuscum</i>	chryfus	0,96	0	0	0	5,88
<i>Chrysanthemum segetum</i>	chryseg	0	0	0	2,89	5,88
<i>Hypochaeris acynophorus</i>	hypachy	0,19	0,35	0	0,58	29,41
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	verana	0	0	0	2,89	5,88
<i>Allium flavum</i>	allfav	0	0,58	0	0	11,76
<i>Stellaria media</i>	stemad	0	0,58	0	0	23,53
<i>Anagallis arvensis</i>	anaarv	0	0,58	0	0	5,88
<i>Beta vulgaris ssp. vulgaris</i>	bevulg	0	0,58	0	0	5,88

**Tableau 36 : Valeurs des fréquences compensées en pourcentages des espèces végétales de chaque groupe de la classification hiérarchique dans la station de la Mekhada.**

**Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).**

Espèces	Code	blocs de relevés			
		gpe 1 (3)	gpe 2 (5)	gpe 3 (8)	gpe 4 (1)
<i>Juncus inflexus</i>	juninf	+	*	+	+
<i>Heleocharis palustris</i>	helpal	*	*	+	*
<i>Loium multiflorum</i>	lolmul	+	+	*	+
<i>Dactylis glomerata</i>	dacglo	*	+	*	*
<i>Schismus barbatus</i>	schbar	*	+	*	*
<i>Echinochloa colona</i>	echcol	*	*	+	*
<i>Hordeum murinum</i>	hormuri	+	*	*	+
<i>Polypogon monspeliensis</i>	polmon	+	+	+	+
<i>Lythrum junceum</i>	lytjun	+	+	+	+
<i>Chrozophora tinctoria</i>	chrtin	+	*	+	*
<i>Eryngium dichotomum</i>	erydich	*	*	*	++
<i>Ammi majus</i>	ammaj	*	*	*	++
<i>Heliocladium nodiflorum</i>	helnod	+	+	+	+
<i>Plantago coronopus</i>	placor	+	+	+	+
<i>Damasonium alisma</i>	damali	*	*	+	*
<i>Juncus bufonius</i>	junbuf	*	+	+	*
<i>Juncus pygmaeus</i>	junpyg	*	*	*	++
<i>Scirpus holoscoenus</i>	schole	+	+	+	+
<i>Ranunculus sardeus</i>	ransar	*	+	*	*
<i>Ranunculus parviflorus</i>	ranpar	*	*	*	++
<i>Ranunculus aquatilis</i>	ranaqua	*	*	+	*
<i>Trifolium michelianum ssp. emichelianum</i>	trimich	*	+	*	*
<i>Lotus joziji</i>	lotjoly	*	+	*	*
<i>Medicago sativa</i>	medsæ	*	+	*	*
<i>Lotus oroboroides</i>	lotomo	*	+	*	*
<i>Trifolium tomentosum</i>	tritom	*	+	*	*
<i>Hydactylum coronatum</i>	hydror	+	+	*	*
<i>Rumex bicephalophorus</i>	rumruc	-	*	*	*
<i>Scolymus maculatus</i>	scomac	+	+	*	*
<i>Hyoseris radiata</i>	hyorad	*	+	*	*
<i>Silybum eburneum</i>	silyebu	+	+	*	*
<i>Chrysanthemum sp</i>	chrysp	+	*	*	++
<i>Matricaria chamomilla</i>	matcha	*	+	*	*
<i>Beilis arvensis</i>	belarn	*	+	*	*
<i>Sonchus oleraceus</i>	sonole	*	+	*	*
<i>Beilis repens</i>	belrep	+	+	*	+
<i>Galactites tomentosa</i>	galatom	*	+	*	*
<i>Cichorium intybus</i>	cichinty	-	*	*	*
<i>Chrysanthemum fuscatum</i>	chryfus	-	*	*	*
<i>Chrysanthemum segetum</i>	chryseg	*	*	*	++
<i>Hypochaeris achyrophorus</i>	hypachy	+	+	*	+
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	verama	*	*	*	++
<i>Allium flavum</i>	allflav	*	+	*	*
<i>Stellaria media</i>	stemed	*	+	*	*
<i>Anagallis arvensis</i>	anaarv	*	+	*	*
<i>Beauvillaria ssp. vulgaris</i>	beuvulg	*	+	*	*

**Tableau 37 : Classes des fréquences compensées des espèces végétales dans la station de la Mekhada.**

D'après les valeurs des fréquences compensées des différentes espèces de plantes dans chaque groupe de relevés floristiques obtenu à travers l'AFC dans la station de la Mekhada, on distingue un ensemble de 6 faciés à dominance de Poaceae , d'Asteraceae et de Juncaceae.

- Faciès à *Heleocharis palustris* (Cyperaceae), *Juncus inflexus* (Juncaceae).
- Faciès à *Dactylis glomerata* et *Schismus barbatus*(Poaceae)
- Faciès à *Hordeum murinum* (Poaceae): *Polypogon monspeliensis*, *Lythrum junceum* (Lythraceae) et *Chrozophora tinctoria* (Euphorbiaceae)
- Faciès à *Heliocladium nodiflorum*(Apiaceae), *Damasonium alisma* (Alismataceae): *Plantago coronopus* (plantaginaceae) et *Juncus bufonius* (Juncaceae).
- Faciès à *Ranunculus sardeus* (Ranunculaceae): *Scirpus holoscoenus* (Cyperaceae)
- Faciès à *Hyoseris radiata* (Asteraceae): ensemble d'Asteraceae dont *Scolymus maculatus* et *Silybum eburnum*.

---

On retrouve par ailleurs une seule association :

- Association à *Eryngium dichotomum* et *Ammi majus* (Apiaceae)

### **IV-2-3- Dynamique de la végétation prairiale de la station de la Mekhada**

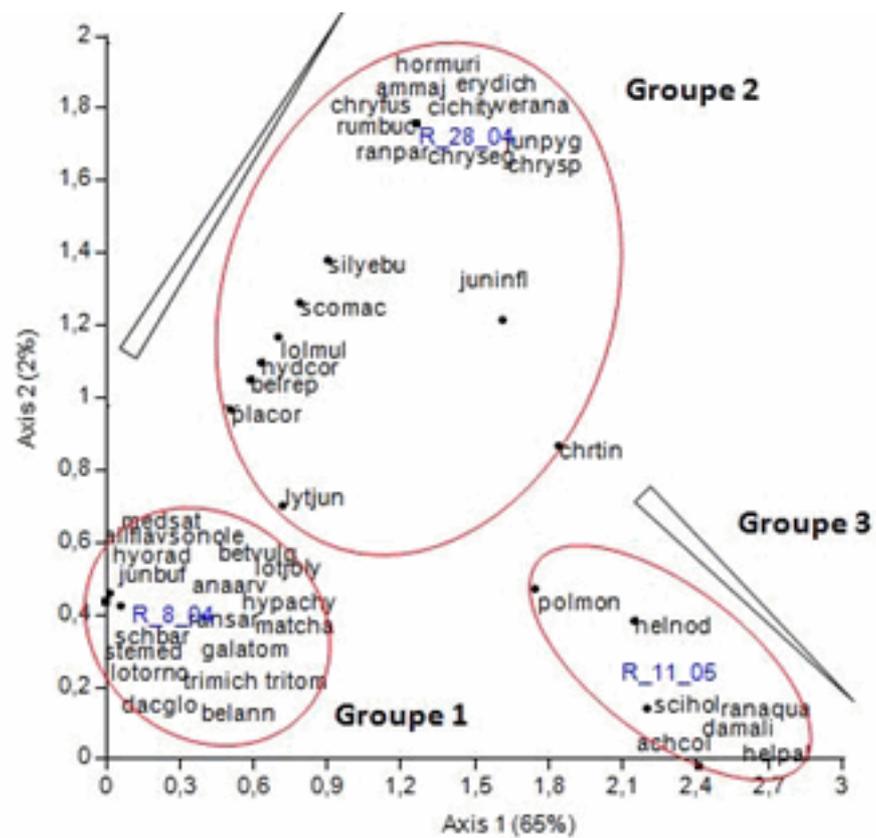
---

Nous avons rassemblé les relevés par période pour caractériser l'évolution de la végétation dans le marais : au début du mois d'avril, vers la fin d'avril et à la mi mai. L'AFC et la CAH conduites sur ces trois périodes saisonnières (fig. 29 et 30) présentent 3 groupes d'espèces végétales différents par leur composition floristique et leur pourcentage de recouvrement moyen. Lorsque on avance vers la saison estivale on remarque que la composition et la richesse floristique du marais diminuent, elles tendent vers une monospécificité.

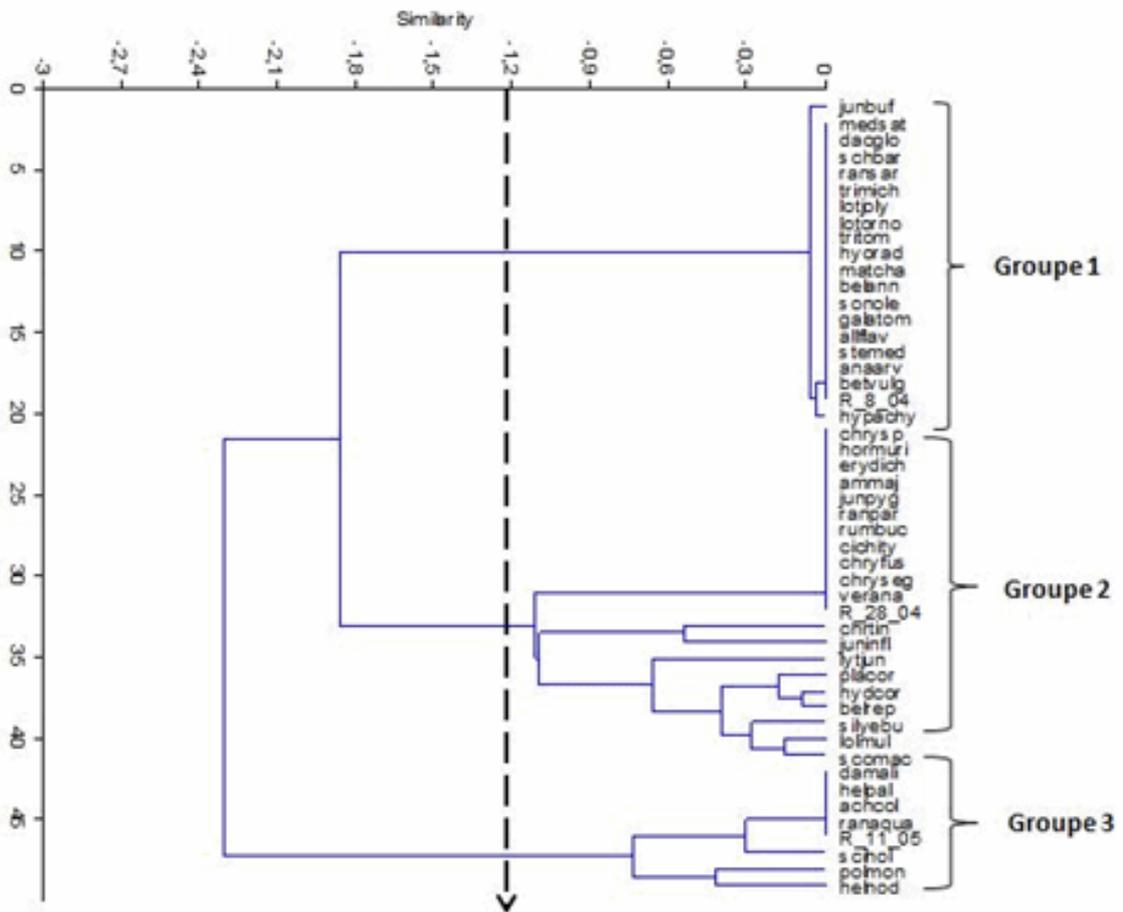
Le groupe 1 dans le marais est d'abord constitué par un ensemble de plantes au début du mois d'avril, ayant des indices d'abondance dominance équivalents . Il s'agit d'espèces représentatives de différentes familles botaniques dont les Asteraceae, les Fabaceae et les Poaceae avec deux espèces les plus abondantes en espèces, le reste des familles est représenté par une seule espèce sachant que les Juncaceae (Junbuf), les Ranunculaceae (Ransar), les Liliaceae (Allflav), les Caryophyllaceae (Stemed), les Primulaceae (Anaarv) et les Chenopodiaceae (Betvulg) , se développent dans des conditions d'humidité élevée avec persistance de la rétention en eau au niveau du sol de nature argileuse.

Le groupe 2 présente l'apparition de nouvelles espèces d' Asteraceae vers la fin d'avril, une espèce de la famille des Fabaceae, deux espèces de la famille des Poaceae, des Juncaceae, Erydich, ainsi que d'autres familles Apiaceae, Ranunculaceae, Polygonaceae, Scrofulariaceae, Euphorbiaceae, Lythraceae et Plantaginaceae, ce qui contribue à un changement brusque de la composition floristique dû à l'abaissement de l'humidité du sol. Le groupe 3 compte seulement 7 espèces végétales dont ; une Alismataceae, des Cyperaceae, Echcol et Polmon (Poaceae), Ranaqua (Ranunculaceae) et Helnod (Apiaceae).

D'après le graphe de l'AFC, on constate qu'il y a une dynamique de la végétation en fonction du degré d'humidité au niveau du marais de la Mekhada.



**Figure 29** : Projection des coordonnées des groupes d'espèces végétales de la station de



**Figure 30** : Dendrogramme de la CAH des groupes d'espèces végétales apparaissant dans le temps dans la Mekhada.

la Mekhada sur les deux axes de l'AFC par période.

### IV-3- Communauté orthoptérique des trois stations

Les familles, espèces et sous espèces acridiennes ont été déterminées d'après les ouvrages de MAUREL (2008) et CHOPARD (1943). La communauté orthoptérique de la région étudiée totalise 19 espèces acridiennes de la famille des Acrididae.

Les différentes espèces d'orthoptères se répartissent en 12 espèces à Chtaïba, 11 espèces dans le marais de la Mekhada et 10 espèces à El-Ghorra (tableau 38).

On distingue 5 espèces communes entre les 3 stations *Acrotylus patruelis*, *Aiolopus thalassinus*, *Aiolopus strepens*, *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus okbaensis*. Nous avons retrouvé des espèces spécifiques: *Anacridium aegyptium*, *Acrotylus insubricus*, *Sphingonotus coeruleans*, *Oedipoda miniata* à Chtaïba ; *Eyprepocnemis plorans*, *Platypygius*, *Euchorthippus albolineatus*, *Tropidopola cylindrica* dans le marais de la Mekhada et deux espèces d'altitude à El Ghorra *Oedipoda fuscocincta* et *Chortippus vagans ssp africanus*.

Espèce	Mekhada	Chtaïba	El-Ghorra	Total / Espèce (inds)
<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schäffer, 1838)	7	36	4	47
<i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)	/	20	/	20
<i>Oedipoda fuscocincta</i> (Lucas, 1849)	/	/	18	18
<i>Doclostaurus jagotjagot</i> (Soltani, 1978)	/	82	12	94
<i>Anacridium asgyptium</i> (Linné, 1764)	/	1	/	1
<i>Eyprepocnemis plorans</i> (Charpentier, 1925)	2	/	/	2
<i>Oedipoda miniata</i> (Pallas, 1771)	/	10	/	10
<i>Oedipoda caerulea suffrutescens</i> (Saussure, 1884)	/	36	39	75
<i>Sphingonotus coeruleus</i> (Linnaeus, 1767)	/	1	/	1
<i>Locusta migratoria cinerascens</i> (Fabricius, 1781)	22	/	1	23
<i>Acridella nanuta</i> (Linnaeus, 1758)	11	1	/	12
<i>Tropidopola cylindrica</i> (Marschali, 1835)	7	/	/	7
<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	56	9	1	66
<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)	12	2	4	18
<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)	2	46	22	70
<i>Calliptamus okbaensis</i> (Kheil, 1915)	14	11	5	30
<i>Chorthippus vagans ssp africanus</i>	/	/	56	56
<i>Platypygus platypygus</i> (Pantel, 1886)	3	/	/	3
<i>Euchorthippus albolineatus</i> (Lucas, 1849)	1	/	/	1
Abondance Totale / Station	137	255	162	554

**Tableau 38** : Richesse totale orthoptérologique des trois stations de la région (EL-TARF)

### IV-3-1- Indices et paramètres écologiques de caractérisation des communautés orthoptériques

#### Introduction

Les études en écologie portent rarement sur une biocénose entière, du fait des difficultés méthodologiques qu'elles confrontent. On s'intéresse donc seulement au peuplement qui est défini par l'ensemble des populations taxonomiquement voisines, vivant dans une même biocénose à un moment donné (DAJOZ, 1975). Un peuplement est caractérisé par sa composition : c'est-à-dire les espèces qui le constituent, sa structure : comment les espèces sont organisées et sa dynamique qui se traduit par les rapports entre les différentes espèces.

Dans notre cas, nous avons étudié la diversité de trois peuplements d'orthoptères caelifera présents dans trois stations différentes par l'altitude et la végétation.

#### IV-3-1-1- Station de la Mekhada

##### a- Richesse totale et moyenne

L'orthoptérofaune dans le marais de la Mekhada compte un total de 11 espèces de juin à octobre 2008. La richesse moyenne est de 4,67. La station regroupe 5 espèces

acridiennes fréquentes *A. strepens*, *L.m.cinerascens*, ainsi que *C. okbaensis*, *A. thalassinus* et *A. nasuta*.

### b- Abondance

L'abondance totale de l'orthoptérofaune dans la station du marais de la Mekhada est de 137 individus pendant 6 mois. En terme d'abondance relative, les espèces les plus abondantes sont *A. strepens* et *L.m. cinerascens*, la première espèce étant plus abondante (0.41, tableau 39).

Espèces	Abondance Spécifique	Abondance Relative
<i>Aiolopus strepens</i>	56	0,41
<i>Calliptamus barbarus</i>	2	0,01
<i>Calliptamus okbaensis</i>	14	0,10
<i>Locusta migratoria cinerascens</i>	22	0,16
<i>Tropidopola cylindrica</i>	7	0,05
<i>Acrotylus patruelis</i>	7	0,05
<i>Aiolopus thalassinus</i>	12	0,09
<i>Acridella nasuta</i>	11	0,08
<i>Eyprepocnemis plorans</i>	2	0,01
<i>Platypygus Platypygus</i>	3	0,02
<i>Euchorthippus albolineatus</i>	1	0,01

**Tableau 39** : Abondance des espèces d'orthoptères de la station du marais de la Mekhada.

### c- Fréquence

Nous avons consigné dans le tableau 40 la fréquence de chaque espèce d'Acrididae dans le marais.

Espèces	Fi %	Description
<i>Aiolopus strepens</i>	88,89	Constante
<i>Calliptamus barbarus</i>	77,78	
<i>Calliptamus okbaensis</i>	66,67	Régulière
<i>Locusta migratoria cinerascens</i>	55,56	
<i>Tropidopola cylindrica</i>	44,44	Accessoire
<i>Acrotylus patruelis</i>	33,33	
<i>Aiolopus thalassinus</i>	33,33	
<i>Acridella nasuta</i>	22,22	Accidentelle
<i>Eyprepocnemis plorans</i>	22,22	
<i>Platypygus platypygus</i>	11,11	
<i>Euchorthippus albolineatus</i>	11,11	

**Tableau 40** : Fréquences des espèces d'orthoptères du marais de la Mekhada ( l'année 2008).

Nous remarquons que les espèces *A. strepens* et *L.m. cinerascens* sont constantes au niveau du marais avec *A. thalassinus* et *C. okbaensis* qui sont des espèces régulières. Par contre, 3 autres espèces d'Acrididae telles que *Tropidopola cylindrica*, *Acrotylus patruelis*, et *Acridella nasuta* sont accessoires (tableau 40), 4 espèces *E. plorans*, *C. barbarus*, *E. albolineatus* et *P. Platypygius* sont des espèces accidentelles à ce milieu.

#### **d- Dominance homogénéité du peuplement et coefficient de variation**

Nous avons calculé l'indice de dominance ainsi que l'indice d'homogénéité du peuplement d'orthoptères avec sa variation. La dominance est élevée (56,93%), le peuplement est dominé par un faible nombre d'espèces (*A. strepens* et *L.m. cinerascens*). Le coefficient de variation  $V$  égal à 58,89 % l'apparition des espèces est variable d'un relevé à un autre. Le maximum d'espèces apparaît dans le relevé du 24 août (9 espèces) suivi par celui du 10 août avec 7 espèces. La fréquence d'apparition des espèces dans le reste des relevés est encore très variable. L'homogénéité présente une valeur de 42,45%.

D'après ces deux paramètres de l'homogénéité et du coefficient de variation, le peuplement orthoptérique de la station du marais est hétérogène.

#### **e- Diversité spécifique**

La diversité spécifique du marais de la Mekhada est exprimée par une valeur de l'indice  $H'$  égale à 2,64 bits, cette communauté orthoptérique est diversifiée, la valeur maximale  $H'$  max est de 3,48.

### **IV-3-1-2- Station de Chtaïba**

#### **a- Richesse totale et moyenne**

La communauté orthoptérique de la station de Chtaïba compte 12 espèces acridiennes, durant la période de juin à octobre 2008. Les espèces les plus fréquentes sont : *D.j.jagoï*, *C. barbarus*, *O.c.sulfurescens* et *A. patruelis*, *A. insubricus*, *C. okbaensis*. La richesse moyenne de 6,11.

#### **b- Abondance**

L'abondance totale orthoptérique est de 255 individus pendant 6 mois. Les espèces les plus abondantes sont *D. jagoï jagoï*, suivi par *C. barbarus*, *O. coerulescens sulfurescens* et *Acrotylus patruelis* en terme d'abondance relative, la première espèce étant plus abondante (0.32, tableau 41).

Espèces	Abondance Spécifique	Abondance Relative
<i>Anacridium aegyptium</i>	1	0,004
<i>Oedipoda coerulea sulfurea</i>	36	0,141
<i>Oedipoda miniata</i>	10	0,039
<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>	82	0,322
<i>Calliptamus okbaensis</i>	11	0,043
<i>Calliptamus barbarus</i>	46	0,18
<i>Acridella nasuta</i>	1	0,004
<i>Aiolopus strepens</i>	9	0,035
<i>Aiolopus thalassinus</i>	2	0,008
<i>Acrotylus patruelis</i>	36	0,141
<i>Acrotylus insubricus</i>	20	0,078
<i>Sphingonotus coeruleus</i>	1	0,004

**Tableau 41 :** Abondance des espèces d'orthoptères de la station de Chtaïba.

### c- Fréquence

Nous avons consigné dans le tableau 41 ci-après la fréquence de chaque espèce d'Acrididae dans la station de Chtaïba au cours de notre période d'étude.

Espèces	Fi %	Description	
<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>	100	Omniprésente	
<i>Calliptamus barbarus</i>	100		
<i>Oedipoda coerulea sulfurea</i>	88,89	Constante	
<i>Acrotylus patruelis</i>	77,78		
<i>Calliptamus okbaensis</i>	66,67	Régulière	
<i>Oedipoda miniata</i>	44,44	Accessoire	
<i>Acrotylus insubricus</i>	44,44		
<i>Aiolopus strepens</i>	33,33		
<i>Aiolopus thalassinus</i>	22,22		
<i>Anacridium aegyptium</i>	11,11		Accidentelle
<i>Acridella nasuta</i>	11,11		
<i>Sphingonotus coeruleus</i>	11,11		

**Tableau 42 :** Fréquences des espèces orthoptériques de la station de Chtaïba.

Nous remarquons que les espèces *D.jagoi jagoi* et *C. barbarus* sont omniprésentes au niveau de la station avec deux espèces *O .c sulfurea*, *A. patruelis* qui sont constantes. L'espèce *C. okbaensis* est une espèce régulière. Le reste des 7 espèces d'Acrididae sont réparties entre espèces accessoires au nombre de trois et espèces accidentelles au nombre de quatre (tableau 42), avec des fréquences variables.

### d- Dominance homogénéité du peuplement et coefficient de variation

La valeur de dominance de la communauté orthoptérique de la station de Chtaïba est moyenne, elle est de 50,20 le peuplement est dominée par 5 espèces acridiennes (*D.j.jagoi*,

*C. barbarus*, *O.c.sulfurescens*, *A. patruelis* et *C.okbaensis*). Le coefficient de variation est de 47,79 % donc l'apparition des espèces est variable entre les relevés, l'homogénéité présente une valeur de 50,92, le peuplement orthoptérologique est hétérogène.

#### e- Diversité spécifique (indice de SHANNON)

La diversité spécifique de la station étudiée dans la station de Chtaïba est exprimée par une valeur de l'indice H' égale à 2,77 bits et une valeur maximale H' max de 3,60.

### IV-3-1-3- Station d'El – Ghorra

#### a- Richesse totale et moyenne

De juin à octobre 2008, la station compte une richesse totale de 10 espèces et une richesse moyenne de 4,7.

5 espèces orthoptériques *C. vagans ssp africanus*, *O.c. sulfurescens* et *C. barbarus*, *O. fuscocincta* et *D.j.jagoi* sont les plus représentatives de la station.

#### b- Abondance

L'abondance totale de l'orthoptérofaune dans la station d'El-Ghorra est de 162 individus pendant les 6 mois étudiés. Les espèces les plus abondantes sont *C.vagans ssp africanus*, et *O. coeruleascens sulfurescens* en terme d'abondance relative, la première espèce étant plus abondante (0.35, tableau 43).

Espèces	Abondance Spécifique	Abondance Relative
<i>Oedipoda coeruleascens sulfurescens</i>	39	0,241
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	18	0,111
<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>	12	0,074
<i>Calliptamus barbarus</i>	22	0,136
<i>Calliptamus okbaensis</i>	5	0,031
<i>Locusta migratoria cinerascens</i>	1	0,006
<i>Aiolopus strepens</i>	1	0,006
<i>Aiolopus thalassinus</i>	4	0,025
<i>Acrotylus patruelis</i>	4	0,025
<i>Chorthippus vagans ssp africanus</i>	56	0,346

**Tableau 43** : Abondance des espèces d'orthoptères de la station d'El-Ghorra.

#### c- Fréquence

Nous avons consigné dans le tableau 44 la fréquence de chaque espèce d'Acrididae dans la station d'El-Ghorra au cours de notre période d'étude.

Espèces	Fi %	Description
<i>Chorthippus vagans ssp africanus</i>	100	Omniprésente
<i>Oedipoda coerulescens sulfurescens</i>	71,43	
<i>Calliptamus barbarus</i>	71,43	Régulière
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	57,14	
<i>Docostaurus jagoi jagoi</i>	57,14	
<i>Aiolopus thalassinus</i>	28,57	
<i>Acrotylus paruelis</i>	28,57	Accessoire
<i>Calliptamus okbaensis</i>	28,57	
<i>Locusta migratoria cinerascens</i>	14,29	Accidentelle
<i>Aiolopus strepens</i>	14,29	

**Tableau 44** : Fréquences des espèces d'orthoptères d'El-Ghorra.

Nous remarquons que l'espèce *C.vagans ssp africanus* est omniprésente, les deux espèces *O.c sulfurescens*, *C. barbarus*, *O. fuscocincta* et *D.j. jagoi* sont régulières. Par contre, 3 espèces sont accessoires (tableau 44) et 2 espèces sont accidentelles : *L. m.cinerascens* et *A. strepens* avec une fréquence égale à 14,29 %.

#### d- Dominance homogénéité du peuplement et coefficient de variation

La dominance calculée pour cette station est de 58,64%, la communauté orthoptérique est dominée par un faible nombre d'espèces. C'est l'acridien *C.vagans ssp africanus* qui domine avec 56 individus suivi par *O.c.sulfurescens* (39 individus). La richesse en espèces par relevé est très variable, le coefficient de variation est très élevé de 80,68 % et l'homogénéité présente une valeur de 47,1 ce qui nous amène à conclure que le peuplement orthoptérologique de la station d'altitude est hétérogène.

#### e- Diversité spécifique (indice de SHANNON)

L'indice de Shannon de la station étudiée d'El-Ghorra est exprimée par une valeur de l'indice H' égale à 2,57 bits, le peuplement est très diversifiée, la valeur maximale H' max est de 3,34.

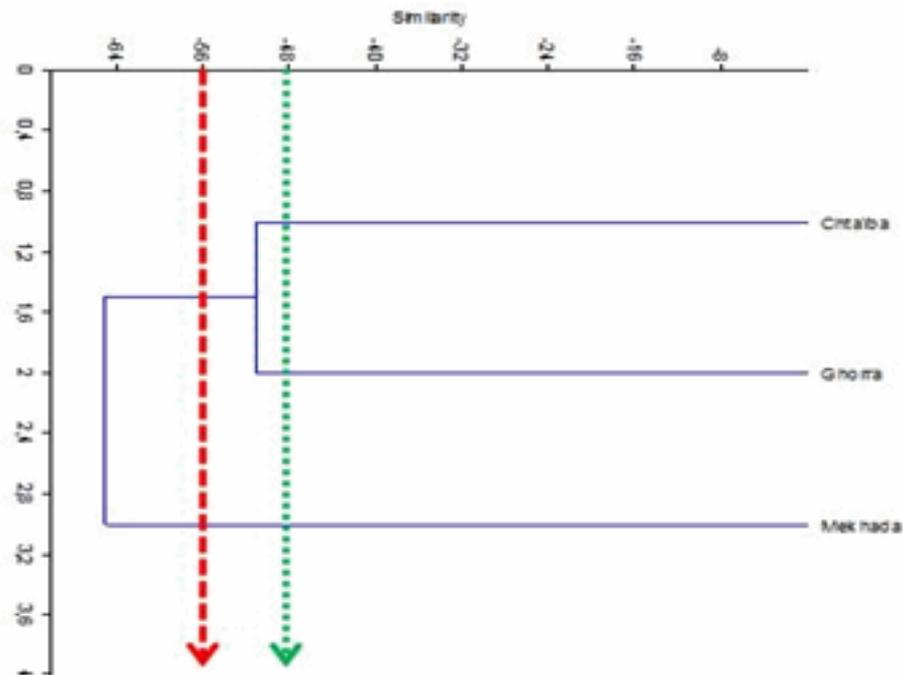
## IV-3-2- Comparaison entre les peuplements orthoptériques des trois stations

### IV-3-2-1- Similitude des peuplements

Selon l'axe de troncature de la valeur -56, on remarque que les deux stations de moyenne et de haute d'altitude « Chtaïba et El Ghorra », se ressemblent dans la composition spécifique de leur peuplements. La station de la Mekhada est séparée des deux stations par sa richesse spécifique propre. L'axe de troncature de la valeur de (-48) montre trois communautés distinctes (tableau 45 et fig.31).

Station	Mekhada	Chtaïba	Ghorra
Mekhada	-	52	57
Chtaïba	-	-	64
Ghorra	-	-	-

**Tableau 45 :** Valeurs de similitude de Sorensen dans les trois stations étudiées.



**Figure 31 :** Dendrogramme de la matrice de similitude des peuplements orthoptériques dans les trois stations étudiées

(PAST vers. 1.37, Hammer et al., 2001).

#### IV-3-2-2- Amplitude d'habitat

Les espèces orthoptériques ayant une amplitude de 1 sont au nombre de 10, *Acrotylus insubricus*, *Oedipoda fuscocincta*, *Anacridium aegyptium*, *Eyprepocnemis plorans*, *Oedipoda miniata*, *Sphingonotus coeruleans*, *Tropidopola cylindrica*, *Chorthippus vagans ssp africanus*, *Platypygus platypygus* et *Euchorthippus albolineatus* et les restes ont une amplitude variée de 1,20 à 2,77 (tableau 46).

	Ep	Ap	Ai	O.f	D.j	A.a	Ep	O.m	O.c	S.c	L.m	An	T.c	A.s	At	C.b	C.o	C.v	P.p	E.a
A <sup>n</sup>	2,01	1	1	1,46	1	1	1	1,99	1	1,20	1,34	1	1,6	2,34	2,1	2,77	1	1	1	

**Tableau 46 :** Plasticité écologique des espèces orthoptériques dans les différentes classes d'altitudes des trois stations étudiées.

Ces 10 espèces sont donc des spécialistes occupant une seule classe d'altitude (RAMADE, 1984). On peut classer les autres espèces en espèces généralistes occupant plusieurs classes d'altitudes. L'espèce *O.c.sulfurescens* montre une amplitude de 1,99 c'est-à-dire qu'elle se comporte très bien en moyenne et haute altitude alors que l'acridien *L.m.cinerascens* qui présente une amplitude de 1,20, se retrouve en altitude comme accidentel ou accessoire mais il se comporte mieux en basse altitude.

### IV-3-2-3- Barycentre écologique

Nous avons regroupé les espèces orthoptériques de chaque station en classes de fréquence (régulières, accessoires et accidentelles). Nous avons étudié l'ordre de leur succession temporelle dans chaque station (Lag et Probabilité associé) (tableaux 47 à 49).

Description des groupes	Barycentre	Lag	Prob
Ghorra	8,083		
Chtaïba	8,83	1	0,0012
Ghorra	8,083		
Mekhada	7,92	0	$3,64 \times 10^{-5}$
Chtaïba	8,83		
Mekhada	7,92	1	$1,64 \times 10^{-5}$

**Tableau 47 :** Barycentre des espèces régulières (cross correlation et probabilités associées, PAST vers. 1.37).

Le groupe des espèces régulières d'El-Ghorra affiche son point culminant au début d'août et le groupe de Chtaïba culmine à la fin de ce mois. Les deux groupes présentent un décalage temporel significatif ne dépassant pas un mois ( $P=0,0012$ ). On distingue dans ce groupe 4 espèces régulières qui sont : *O. fuscocincta*, *C. barbarus*, *D.j.jagoï* et *O.c.sulfurescens*.

Le groupe de Chtaïba comprend une seule espèce (*C. okbaensis*). Le groupe de la Mekhada compte deux espèces acridiennes *A. thalassinus* et *C. okbaensis*, qui culminent la fin du mois de juillet, ce groupe avec le groupe de Chtaïba présente un décalage temporel d'un mois avec une probabilité très significative égale à  $1,64 \times 10^{-5}$  (tableau 47). Le même groupe de la Mekhada avec celui d'El Ghorra ne présente aucune succession ou décalage dans le temps, les espèces des deux groupes culminent durant la période fin juillet- début août ( $p=3,64 \times 10^{-5}$ ).

Description des groupes	Barycentre	Lag	Prob
Ghorra	8		
Chtaïba	8,36	0	0,0013
Ghorra	8		
Mekhada	8,08	0	0,00081
Chtaïba	8,36		
Mekhada	8,08	0	$2,71 \times 10^{-4}$

**Tableau 48 :** Barycentre des espèces accessoires (cross correlation et probabilités associées, PAST vers. 1.37).

Concernant les espèces accessoires, les trois groupes d'El-Ghorra, de Chtaïba et de la Mekhada comptent chacune trois espèces acridiennes : *A. thalassinus*, *A. patruelis* et *C. okbaensis* à El-Ghorra ; *A. strepens*, *O. miniata* et *A. insubricus* à Chtaïba et *A. patruelis*, *T. cylindrica* et *A. nasuta* dans le marais de la Mekhada. Le point culminant des trois groupes se situe au début du mois d'août, mais ils ne présentent pas un décalage temporel. Le test de la crosscorrelation montre des valeurs significatives pour les groupes Ghorra-Chtaïba et les

groupes Ghorra-Mekhada avec  $P=0,0013$  et  $P=0,00081$  respectivement, et très significative pour les groupes Chtaïba-Mekhada avec  $P= 2,71 \times 10^{-6}$ ) (tableau 48).

Description des groupes	Barycentre	Lag	Prob
Ghorra	8,5	1	0,0082
Chtaïba	7,28		
Ghorra	8,5	0	0,0157
Mekhada	8,23		
Chtaïba	7,28	1	0,0044
Mekhada	8,23		

**Tableau 49 :** Barycentre des espèces accidentelles (cross correlation et probabilités associées, PAST vers. 1.37).

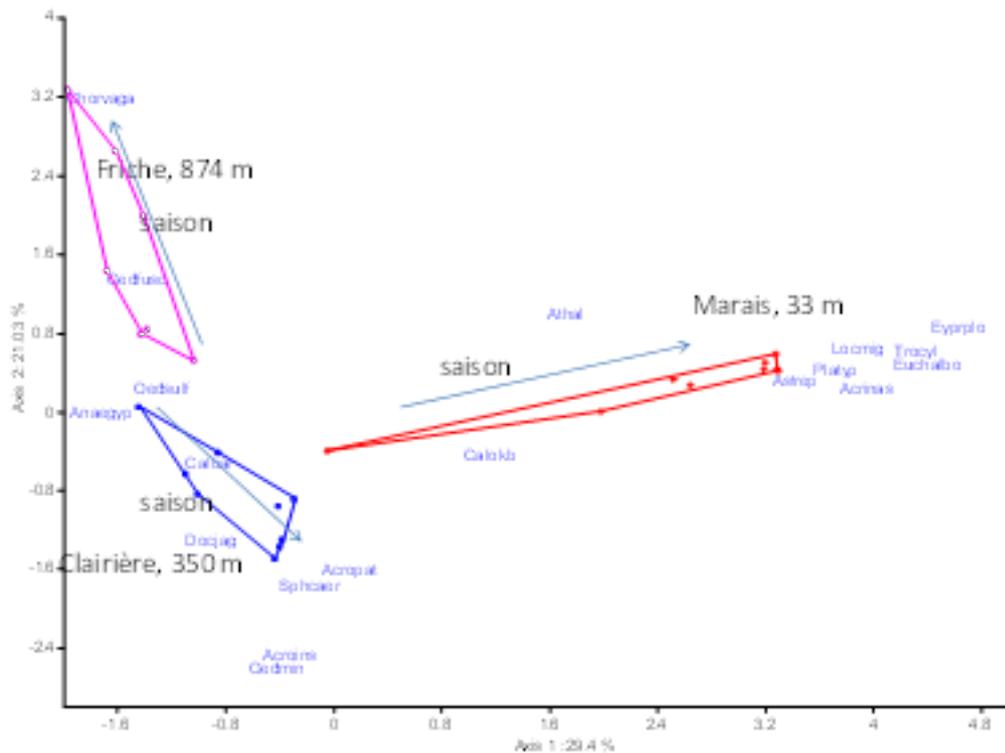
Le groupe des espèces accidentelles d'El-Ghorra affiche son point culminant à la mi août et le groupe de Chtaïba culmine à la mi juillet. Les deux groupes présentent un décalage temporel significatif d'un mois ( $P = 0,0082$ ). Le point culminant de l'apparition des espèces dans le groupe de la Mekhada est la mi août (tableau 49). Les deux groupes Chtaïba-Mekhada présentent un décalage temporel significatif ne dépassant pas un mois ( $P=0,0044$ ). Les groupes Ghorra-Mekhada ne présentent aucun décalage temporel ( $P=0,0157$ ).

Les espèces accidentelles du groupe d'El-Ghorra sont *L.m.cinerascens* et *A.strepens*. Les espèces accidentelles dans la station de Chtaïba sont au nombre de 4 espèces *A. thalassinus*, *A. aegyptium*, *A. nasuta* et *S. coeruleus*. Le groupe des acridiens accidentels à Mekhada est également spécifique composé de *C. barbarus*, *E. plorans*, *P. platypygius* et *E. albolineatus*.

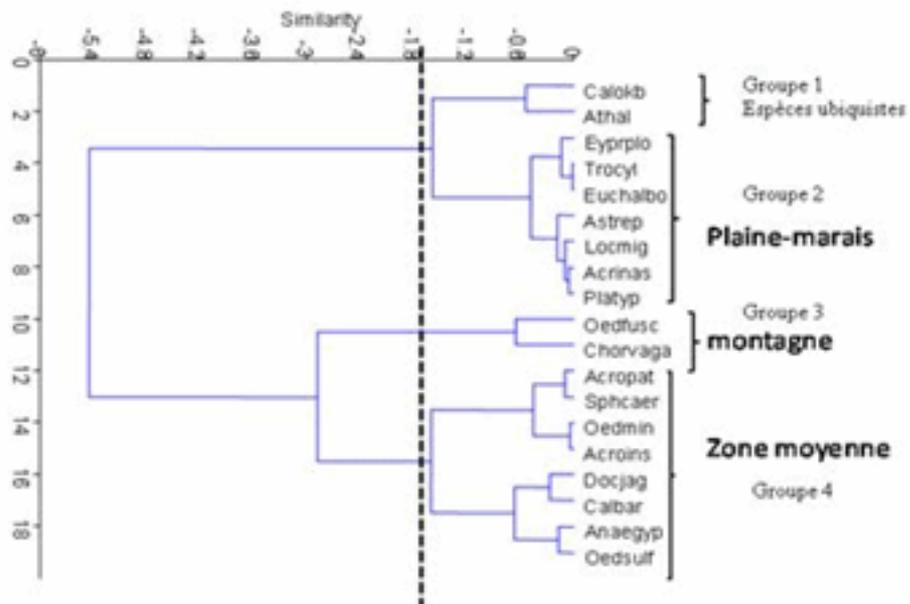
#### IV-4- Diversité orthoptérique globale

D'après les graphes de l'AFC et de la CAH (fig. 32 et 33 ), on note trois communautés différentes. La communauté de basse altitude du marais de la Mekhada, évolue proportionnellement avec la saison, le nombre d' espèces augmente avec l'élévation de la température. Le peuplement de la clairière évolue de façon à ce que la plupart des espèces apparaissent à la faveur d'une augmentation des températures car la station située à une altitude moyenne, caractérisé par un milieu ouvert et plat reçoit plus de rayonnements solaires par rapport aux plaines, et développe une végétation riche en plantes herbacées. Les acridiens apparaissent de façon précoce et commence à diminuer dès la chute des pluies en automne.

La communauté d'orthoptères d'altitude commence par l'apparition des espèces précoces (*O.fuscocincta* et *C.v ssp africanus*), supportant les conditions de froid régnant dans la forêt de *Quercus faginea*. Dès que la température augmente, on note une richesse spécifique maximale de 8 espèces acridiennes vers la fin juillet. Vers la fin de la saison c'est l'espèce *C.v ssp africanus* qui subsiste et résiste au froid (17 individus vers la mi Octobre).



**Figure 32 :** Projection des communautés d'orthoptères des trois stations sur les axes de l'AFC.



**Figure 33 :** Classification ascendante hiérarchique des communautés orthoptérofauniques dans les trois stations (distances euclidiennes sur les coordonnées des 2 premiers axes de AFC).

Nous avons comparé les diversités des communautés d'orthoptères entre les trois stations à l'aide des modèles de Motomura (1932) et de Mc Arthur (FRONTIER, 1969) (FRONTIER et PICHOD-VIALE (1998), (fig. 34a et 34b).

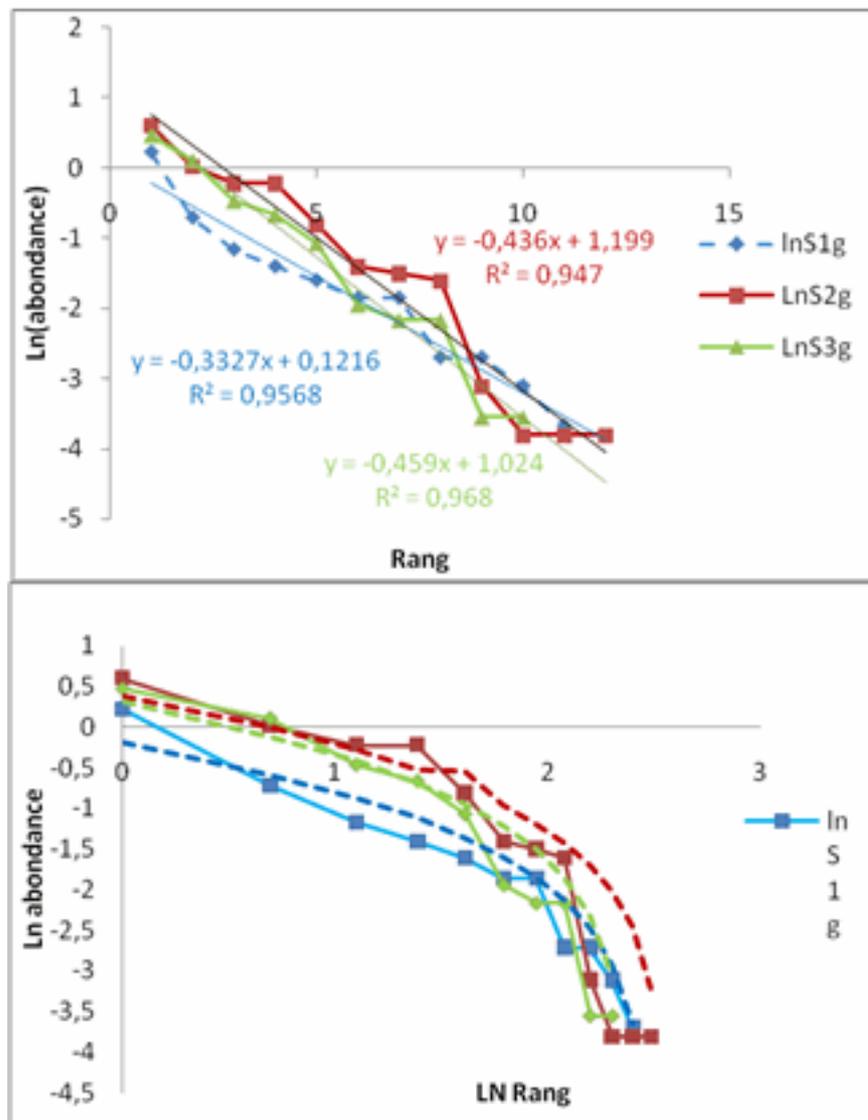
Après ajustement au modèle de Motomura, les pentes sont d'une part très basses ce qui signifie que les communautés sont très diversifiées mais les probabilités associées aux trois diversités orthoptérofauniques sont très significatives pour les stations du marais de la Mekhada ( $P=0,0012$ ) et la station de Chtaïba ( $P=0,0044$ ) (tableau 50) et significative pour la station d'altitude ( $P=0,0133$ ), ce qui explique que chaque station étudiée présente un peuplement qui lui est propre, ce que nous avons constaté dans la structure des orthoptères de chaque milieu (fig. 32).

	LnS1 (Mekhada)	LnS2 (Chtaïba)	LnS3 (Ghorra)
Slopes (Pentes)	-0,3238	-0,1621	-0,6725
Ajustement au modèle motomura (P)	0,0012**	0,0044**	0,0133*
LnS1(Mekhada)	-	-	-
LnS2 (Chtaïba)	0,2101	-	-
LnS3 (Ghorra)	0,0012**	0,016*	-

\*Significative, \*\* Très significative

**Tableau 50 : Probabilités associées aux diversités orthoptériques des trois stations étudiées.**

Les communautés d'espèces sont bien ajustées au modèle de Motomura (fig. 34a) ( $RS1=0.98$ ,  $RS2= 0.97$ ,  $RS3= 0.98$ ) du point de vue des effectifs des espèces les unes par rapport aux autres.



**Figure 34 :** Ajustement des fluctuations des abondances des communautés orthoptérofauniques aux modèles de Motomura et de McArthur dans les trois milieux étudiés. a- Modèle de Motomura, b- Modèle du Bâton Brisé.

Si on compare les richesses et les indices de diversité de Shannon par la méthode de bootstrap développée dans PAST, il n'y a pas de différences significatives (tableau 51).

	Ghorra	Chtaïba	Boot p(eq)
Richesse	10.00	12	0.309
Shannon H	1.88	1.995	0.523
	Ghorra	Mekhada	Boot p(eq)
Richesse	10	11	0.788
Shannon H	1.88	1.87	0.963
	Chtaïba	Mekhada	Boot p(eq)
Richesse	12	11	0.298
Shannon H	1.995	1.87	0.598

**Tableau 51 :** Comparaison des richesses et des diversités spécifiques et probabilités associées.

#### IV-5- Relations entre les communautés végétales et les communautés d'orthoptères dans les trois stations

Nous avons calculé des coefficients de corrélation de Pearson entre les richesses acridiennes et végétales de chaque station avec leurs diversités respectives (tableaux 52 et 53).

Stations	Richesse Acridiens	Shannon Acridiens	Richesse végétaux	Shannon végétaux	Richesse graminées	Richesse Legumineuses Herbacées	Shannon graminées
Ghorra	10	1.88	65	3.192	8	5	1.326
Chtaïba	12	1.995	74	3.722	11	12	1.944
Mekhada	11	1.87	46	2.936	6	6	1.269

**Tableau 52 :** Paramètres écologiques des trois stations.

Paramètres	Richesse acridiens	Shannon acridiens	Richesse végétaux	Shannon végétaux	Richesse graminées	Richesse Legumineuses herbacées	Shannon graminées
rich_acridiens	0	0.16643	0.22512	0.0054021	0.2123	0.29662	0.16378
Shannon_acrid	0.96602	0	0.39155	0.16103	0.045865	0.13019	0.0026504
rich_vgt	0.93813	0.81675	0	0.23052	0.43741	0.52173	0.3889
Shannon_vgt	0.99996	0.96818	0.93516	0	0.20689	0.29122	0.15838
nb_gram	0.94491	0.99741	0.7731	0.94765	0	0.084323	0.048515
Richesse Legumineuses Herbacées	0.89341	0.97916	0.68256	0.89719	0.99124	0	0.13284
Shannon_gram	0.96709	0.99999	0.81915	0.96921	0.9971	0.97831	0

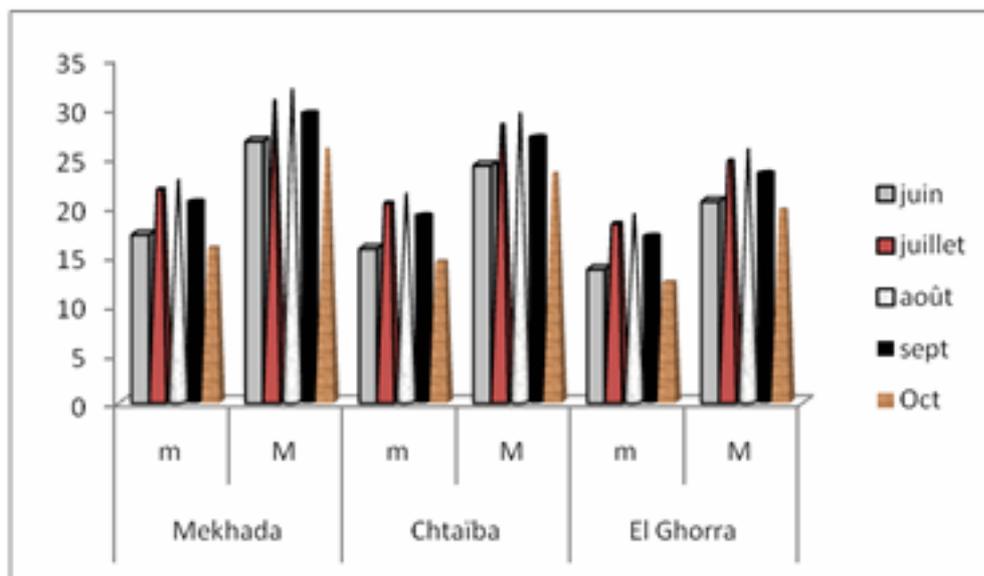
**Tableau 53 :** Corrélations de Pearson entre les richesses et les diversités orthoptériques et végétales dans les trois stations.

La richesse en espèces d'Acridiens dépend de l'indice de diversité de Shannon des végétaux et plus précisément de celui des graminées. La diversité des Acridiens (Shannon) dépend du nombre d'espèces de graminées.

## IV-6- Étude de l'impact de la température sur l'évolution des orthoptères dans les stations étudiées.

### IV-6-1- Evolution temporelle des températures

Nous avons considéré les températures moyennes mensuelles des minimas et des maximas de chaque station. La moyenne des maximas et des minimas des températures les plus élevées pour la période juin-octobre est enregistrée dans la station humide de la Mekhada. La température maximale la plus élevée est de 31,7°C au mois d'août et la température minimale la plus faible est de 15,7°C en juin, suivie par celle de la station de moyenne altitude de Chtaïba avec un maxima moyen de 29,25°C et le minima du mois le plus froid est de 14,3°C en mois d'octobre (fig. 35).



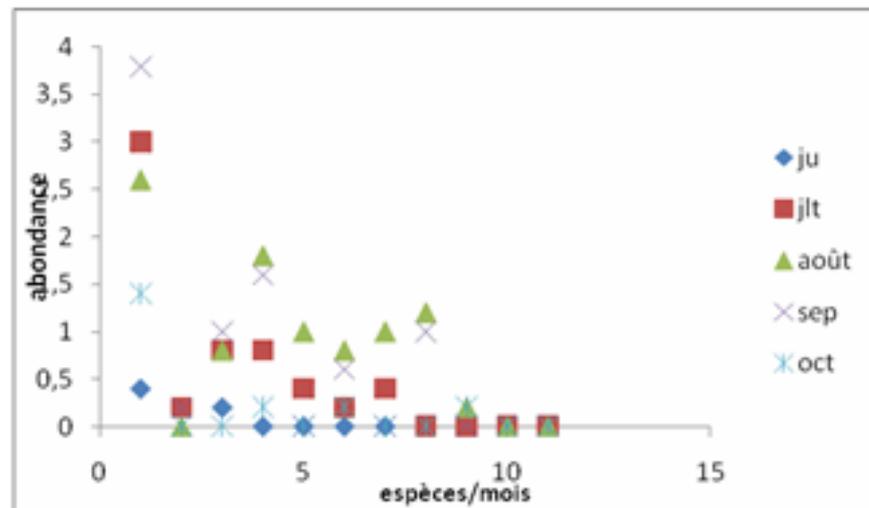
**Figure 35 :** Graphe des maximas et des minimas de la température des trois stations étudiées au cours de l'année 2008.

Les maximas et les minimas des températures les plus faibles sont enregistrées dans la station d'El-Ghorra (25,29°C et 12,21°C) (tableau XIX en annexe).

En comparant les minimas et les maximas des trois stations, on constate une très grande différence entre les moyennes des températures. En effet, la station d'El-Ghorra est la plus froide par rapport aux deux autres stations, du fait de sa situation en altitude et de la présence de la forêt de *Quercus faginea*.

### IV-6-2- Effet de la température minimale et maximale sur l'abondance saisonnière des espèces dans chaque milieu.

Nous avons appréhendé l'effet des températures saisonnières sur l'abondance des espèces dans les trois stations (fig. 36 à 38).



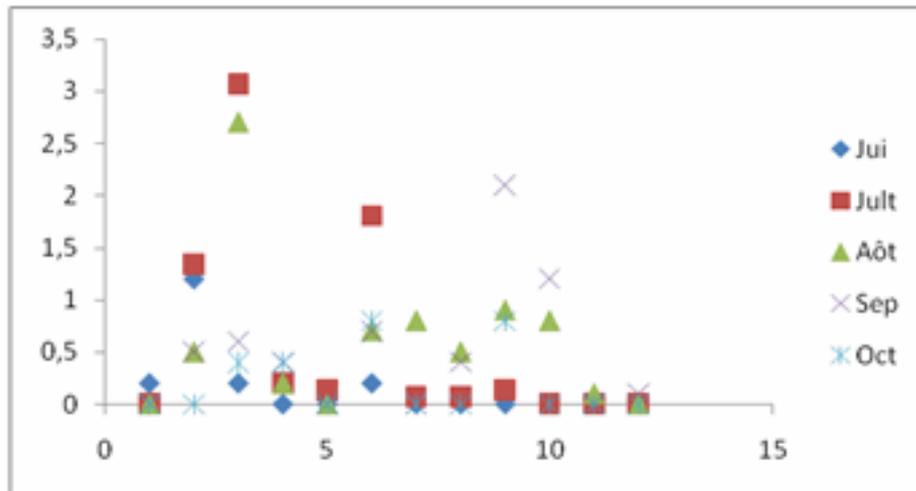
**Figure 36 :** Abondance saisonnière des espèces d'orthoptères dans le marais de la Mekhada.

Au niveau du marais temporaire, nous avons inventorié 11 espèces d'orthoptères. Dès le 15 juin, l'apparition des espèces s'échelonnent dans le temps avec l'augmentation de la température. D'après la figure 36, on constate que la majorité des espèces sont présentes surtout pendant le mois juillet et août où les températures minimales oscillent entre 21.5°C et 22.5°C et la richesse en espèces augmente de 8 à 10 acridiens de juillet à août. Il existe 5 espèces précoces apparaissant en juin dans cette station où la température minimale est de 17.1°C et qui persistent jusqu'à la fin de nos relevés vers 15.7°C.

Il s'agit de *C. okbaensis*, *T. cylindrica*, *A.thalassinus*, *A.patruelis* et *L.m.cinerascens* (22 inds), mais dont les abondances moyennes sont faibles en juin et octobre. L'espèce *A. strepens* (56 inds au total) est un cas exceptionnel dans cette station, par le fait qu'on la rencontre durant chacun de nos relevés de juin à octobre et dont l'abondance moyenne mensuelle est plus élevée par rapport à celles des autres espèces acridiennes en particulier durant les mois de juillet, août et septembre.

On peut attribuer ces résultats à différentes sortes de pollution du marais à cause des décharges, de plantes accumulant des dépôts de sel et au pâturage lorsque le niveau d'eau baisse.

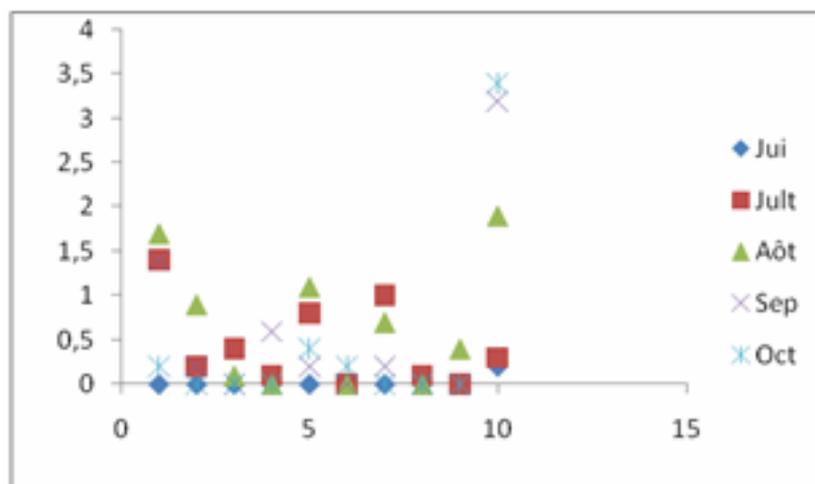
La station de moyenne altitude compte 12 populations orthoptériques. La communauté culmine durant le mois d'août avec 10 populations acridiennes à une température minimale de 21,1°C (fig. 37).



**Figure 37 :** Abondance saisonnière des espèces d'orthoptères de la station de Chtaïba.

Notons aussi une richesse non négligeable de 8 espèces pendant les mois de juillet et septembre respectivement avec des minima qui oscillent entre 19°C et 20,2°C. Sur les Six espèces acridiennes précoces apparaissant en juin *A. aegyptium*, *O.c. sulfurescens*, *D. j. jagoi*, *C. okbaensis*, *C. barbarus* et *A. patruelis*, 2 espèces disparaissent en octobre : *A.aegyptium* et *O.c. sulfurescens* probablement en raison de l'entrée en diapause imaginale de ces acridiens.

On remarque que le point culminant de l'apparition des espèces dans la station d'altitude d'El-Ghorra concerne le mois de juillet avec 8 espèces à une température minimale de 18,11°C, malgré que la température la plus élevée a été enregistrée au mois d'août (19,01°C) où on a compté 7 populations seulement (fig.38). Les mois où les richesses en espèces sont plus faibles sont ceux de juin et octobre avec seulement une espèce en juin et 4 acridiens le mois d'octobre (13,61°C).



**Figure 38 :** Abondance saisonnière des populations acridiennes dans la station d'El-Ghorra.

La même abondance est signalée en septembre malgré que la température est encore moins élevée que dans le mois précédent (16,91°C). Sur deux espèces précoces *C. vagans*

*ssp africanus* et *O. fuscocincta*, seul le premier acridien reste jusqu'à la fin de nos relevés, contrairement à *C. barbarus* et *O.c. sulfurescens*, et *A. strepens*.

L'apparition des populations orthoptériques dans les deux stations de moyenne et de basse altitude est en relation avec les températures. Les probabilités associées sont significatives dans les deux stations pour les deux extrêmes ( $P < 0.05$ ) (tableau 54).

L'évolution de la communauté orthoptérique de la station de haute altitude d'El-Ghorra n'est pas corrélée avec les minimas et les maximas des températures, les probabilités sont non significatives ( $P = 0.09$  et  $P = 0.08$ ).

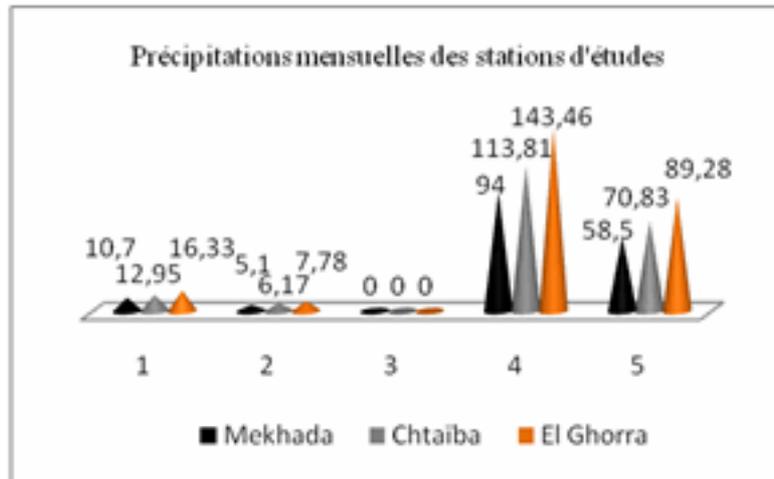
variables	Mekhada	Chtaïba	El Ghorra
m <sup>2</sup> - espèces	P= 0.03*	P= 0.02 *	P= 0.09 NS
M <sup>2</sup> - espèces	P= 0.03*	P= 0.01 *	P= 0.08 NS

\*Significative

**Tableau 54 :** Probabilités associées à la relation espèces-températures dans les trois stations (corrélation de Pearson, PAST).

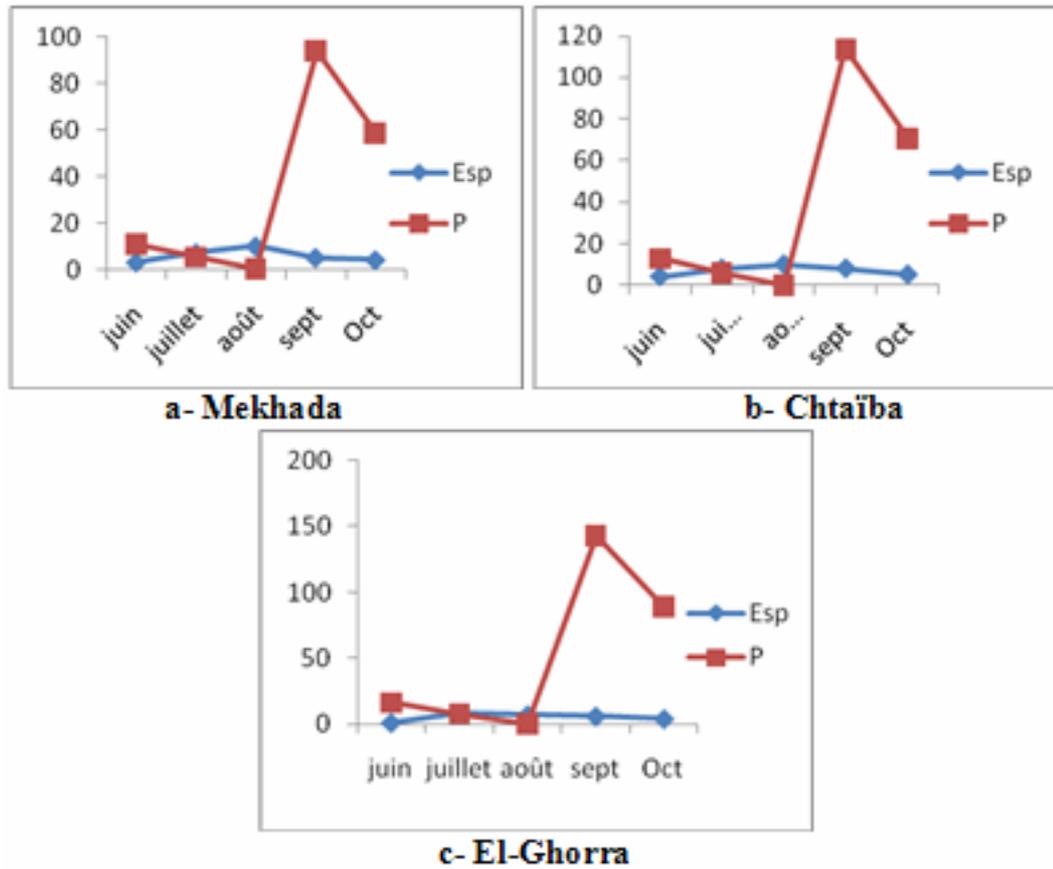
### IV-6-3- Étude de l'impact des précipitations mensuelles sur l'évolution des orthoptères dans les stations étudiées.

On constate que le mois d'août est le plus sec de l'année avec une précipitation nulle dans la totalité des stations ( $P = 0$  mm) suivi par le mois de juillet (fig.39). Le mois de septembre est le plus pluvieux de la période (tableau XX en annexe), avec un maximum enregistré dans la station d'El-Ghorra.



**Figure 39 :** Evolution des précipitations mensuelles durant la période d'étude dans les trois stations.

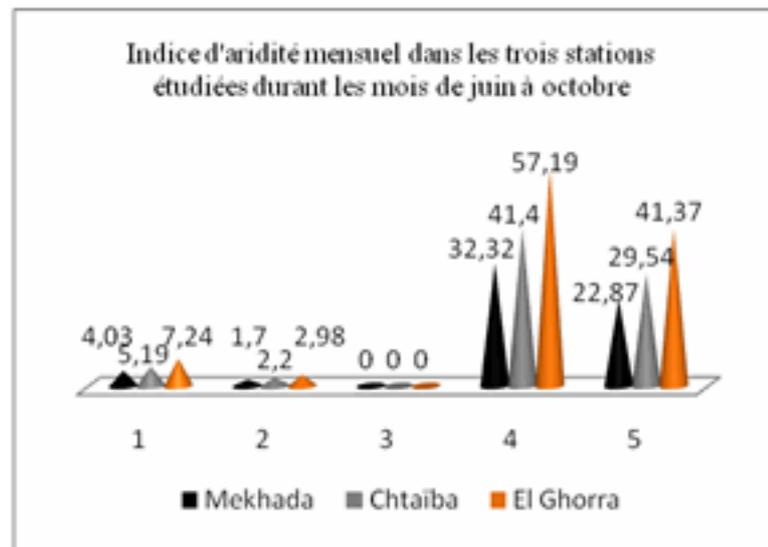
L'optimum d'apparition des populations orthoptériques est enregistré au mois d'août pour les deux stations de Chtaïba et de la Mekhada où la pluviométrie est nulle, alors que l'optimum des espèces dans la station d'altitude est constaté au mois de juillet ( $P = 7,78$ mm) (fig. 40a, b et c).



**Figure 40 :** Evolution des abondances orthoptériques en fonction de la pluviométrie mensuelle orthoptères dans les trois stations.

Les probabilités associées ne sont pas significatives dans les trois stations (Mekhada,  $P= 0,28476$  ; Chtaiba,  $P= 0,43377$  ; Ghorra,  $P= 0,391$ , coefficient R de Pearson).

#### IV-6-4- Étude de l'impact de l'aridité mensuelle sur l'évolution des orthoptères dans les stations étudiées.



**Figure 41** : Indices d'aridité saisonniers dans les trois stations durant la période d'étude.

Le mois d'août est le plus aride de l'année suivi par le mois de juillet où (i=1,7) Mekhada et Chtaïba (i=2,2) (tableau XXI en annexe), la moins aride étant la station de haute altitude d'El-Ghorra (i=2,98) (fig.41).

Le mois le plus aride est celui qui présente la richesse la plus élevée en terme d'espèces acridiennes (fig.42a,b et c). L'évolution des populations est inversement proportionnelle à l'indice d'aridité, c'est le mois d'août qui présente le point culminant, avec un maximum d'espèces (10 espèces acridiennes) dans les deux stations de basse et de moyenne altitude. Cependant, les probabilités associées à cette corrélation ne sont pas significatives dans la totalité des stations étudiées (Mekhada,  $P= 0,28476$ ; Chtaïba,  $P= 0,43377$ ; Ghorra,  $P= 0,391$  ;  $P<0.05$ ).

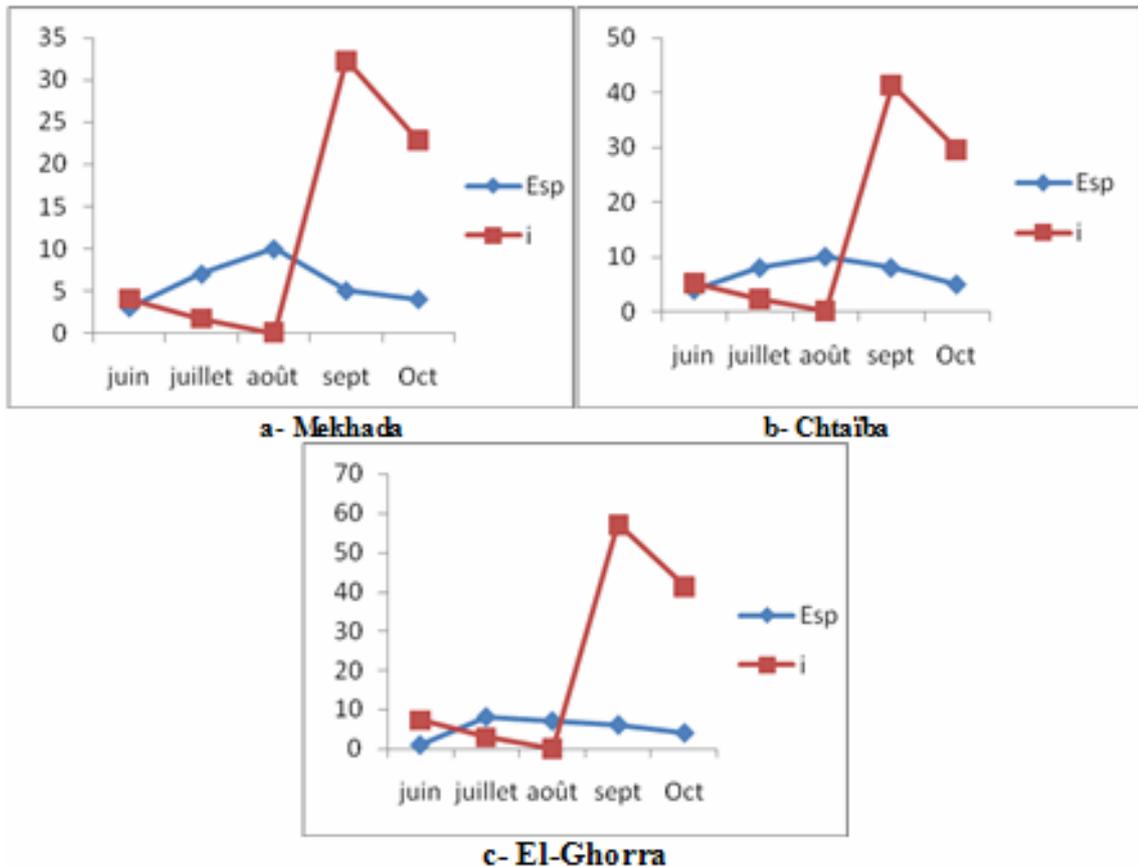


Figure 42 : Evolution des abondances orthoptériques des trois stations en relation avec l'indice d'aridité.

## IV-7- Étude trophique de *C. barbarus*, *O. caerulescens sulfurescens* et d' *A. patruelis* dans les trois stations

### IV-7-1- Fréquences globales des espèces végétales consommées par chaque espèce acridienne dans les trois stations

Nous avons rassemblé dans les tableaux XXII, XXIII et XXIV en annexe les fréquences des espèces de plantes consommées par les trois espèces acridiennes étudiées.

#### IV-7-1-1- Station de la Mekhada

Sur 46 espèces de plantes herbacées, seules 10 plantes ont été consommées. Les individus de l'espèce *A. patruelis* consomment 6 espèces de plantes, la moitié appartient à la famille des Poaceae, dont trois espèces appréciées qui sont : *Lolium multiflorum*, *Hordeum murinum* et *Polypogon monspeliensis* avec des fréquences très élevées (98,63 et 100%), l'espèce *Juncus inflexus* (Juncaceae) appréciée avec une fréquence de 100%. Les deux autres

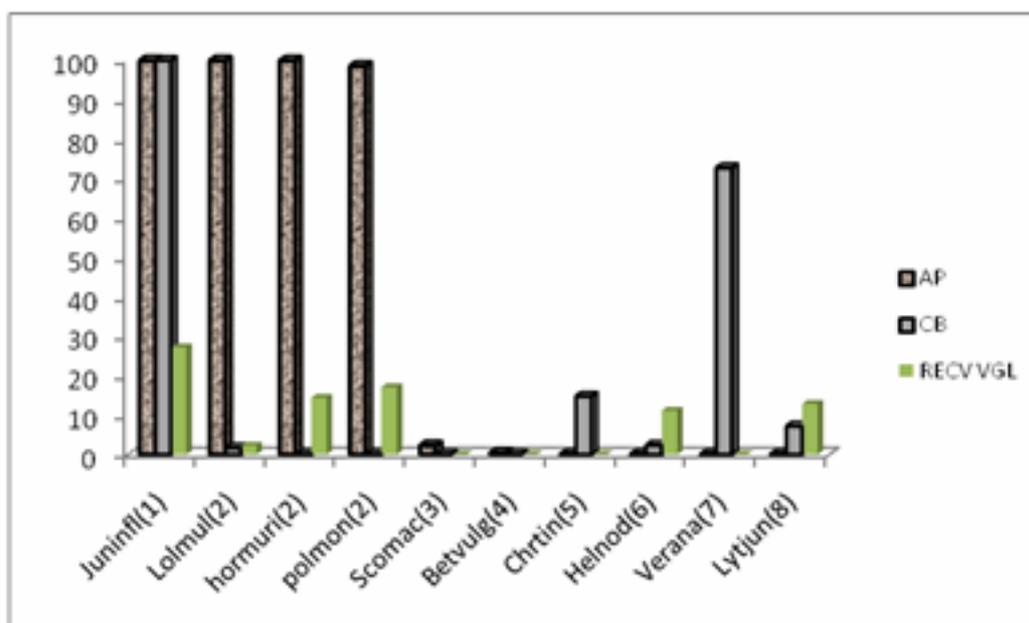
espèces sont moins appréciées ; *Scolymus maculatus* (2,31%) de la famille des Asteraceae et *Beta vulgaris* (0,43%) de la famille des Chenopodiaceae (tableau 55).

ESP CONS	CODE	AP	CB	RECV VGL
<i>Juncus inflexus</i>	Juninfl(1)	100	100	27,17
<i>Lolium multiflorum</i>	Lolmul(2)	100	1,66	2,25
<i>Hordeum murinum</i>	hormuri(2)	100	0	14,38
<i>Polypogon monspeliensis</i>	polmon(2)	98,63	0	17,08
<i>Scolymus maculatus</i>	scomac(3)	2,31	0	0,04
<i>Beta vulgaris ssp vulgaris</i>	betvulg(4)	0,43	0	0,02
<i>Chrozophora tinctoria</i>	chrtin(5)	0	14,8	0,03
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	helnod(6)	0	2,35	11,11
<i>Veronica anagallis-aquatic</i>	verana(7)	0	72,75	0,03
<i>Lythrum junceum</i>	lytjun(8)	0	7,19	12,8

**Tableau 55 :** Fréquences totales des plantes consommées par *A. patruelis* et *C. barbarus* dans la station de la Mekhada.

1 : Juncaceae, 2 : Poaceae, 3 : Asteraceae, 4 : Chenopodiaceae, 5 : Euphorbiaceae, 6 : Apiaceae, 7 : Scrofulariaceae, 8 :Lythraceae.

L'espèce *C. barbarus*, consomme aussi au totalité 6 espèces végétales parmi lesquelles, *Juncus inflexus*, la Scrofulariaceae *Veronica anagallis-aquatica* avec une fréquence très élevée de 100% et 72,75% respectivement. Cet acridien ne consomme par contre qu'une seule espèce graminéenne *L. multiflorum* mais avec une très faible fréquence de consommation (1,66%). *Helosciadium nodiflorum* et *Lythrum junceum* sont consommées avec de faibles fréquences (2,35% et 7,19%) respectivement (tableau 55).



**Figure 43 :** Fréquence des espèces végétales consommées par l'ensemble des individus d'*A. patruelis* et *C. barbarus* en fonction des recouvrements végétaux dans la station de la Mekhada.

Dans la majorité des cas , pour chacune des deux espèces acridiennes, les différentes plantes sont sur consommées par rapport à leur recouvrement moyen sur le terrain. A l'exception des espèces *Helosciadium nodiflorum* et *Lythrum junceum* qui sont sous consommées par *C. barbarus* (tableau 55 et fig. 43). Cet acridien n'est pas spécifiquement graminivore comparé à *A. patruelis*, il réalise beaucoup plus un choix sur les dicotylédones. Néanmoins, les joncs comme *J. inflexus* sont très appréciées par les deux espèces et occupent la totalité de leur alimentation.

#### **IV-7-1-2- Station de Chtaïba**

Un total de 27 espèces sont consommées sur 56 de plantes herbacées de la station. L'espèce acridienne *Acrotylus patruelis* s'est alimenté de 13 espèces de plantes. Quatre espèces appartenant à 4 familles botaniques différentes sont très appréciées par cet acridien avec des fréquences élevées dont, *Schismus barbatus* (Poaceae) avec une fréquence de 95,54% mais dont le recouvrement moyen de 5% , *Centaurea nicaeensis* de la famille des Asteraceae avec une fréquence de 90,11% et un recouvrement de 11,25%, la Lamiaceae *Mentha pulegium* consommée à une fréquence de 96,89% et dont le recouvrement est de 37,7% (tableau 56). L'espèce *Cynoglossum dioscoridis* de la famille des Boraginaceae est représentée dans l'alimentation d'*A. Patruelis* par une fréquence de 94,72% et sur le terrain par un recouvrement de 0,1%. Malgré le faible recouvrement de *Centaurea nicaeensis* et *Cynoglossum dioscoridis*, elles sont très appréciées par cette espèce acridienne.

**Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).**

ESP CONS	CODE	AP	CB	OCS	RECVVGL
<i>Bromus scoparius</i>	brosco(1)	52,27	15,74	0	0,1
<i>Lolium perenne</i>	lolpere(1)	50,43	6,25	0	5,00
<i>Bromus macrotensis</i>	bromad(1)	27,40	0	0	5
<i>Koeleria rohlfii</i>	koeroh(1)	0	0	16,67	5
<i>Schismus barbatus</i>	schbar(1)	95,54	0	0	5
<i>Filago gallica</i>	filagali(2)	28,33	44,04	67	27,5
<i>Centaurea nicaeensis</i>	centrica(2)	90,11	50,85	0	11,25
<i>Galactites tomentosa</i>	galatom(2)	0	7,67	96,67	2,55
<i>Hypochoeris achyrophorus</i>	hypachy(2)	2,25	0	0	5
<i>Scorpius muricatus</i>	scomur(2)	53,33	0	84,15	0,1
<i>Astragalus monspessulanus</i>	astmon(3)	0	0	40,63	0,10
<i>Lotus ornithopodioides</i>	lotomo(3)	0	0	31,69	17,5
<i>Trifolium cherieri</i>	tricher(3)	0	17,90	55,5	27,5
<i>Trifolium tomentosum</i>	tritom(3)	0	78,90	0	17,5
<i>Trifolium scabrum</i>	triscab(3)	0	100	0	5
<i>Lotus edulis</i>	lotedu(3)	0	28,47	0	2,55
<i>Trifolium arvense</i>	triarve(3)	5,28	0	0	0,1
<i>Dupleurum rigidum</i>	dupri(4)	17,5	0	0	0,1
<i>Plantago notata</i>	planot(5)	0	5,11	0	17,50
<i>Plantago coronopus</i>	placor(5)	32,65	0	52,34	17,5
<i>Mentha pulegium</i>	menpul(6)	96,89	0	0	37,5
<i>Cynoglossum diascoridis</i>	cyndios(7)	94,72	16,05	0	0,10
<i>Echium parviflorum</i>	echparv(7)	0	0,73	0	27,5
<i>Lythrum junceum</i>	lytjun(8)	0	100	12,5	17,5
<i>Geranium robertianum</i>	gerrobe(9)	0	47,16	0	2,55
<i>Anagallis arvensis</i>	anaarv(10)	0	0	3,33	11,25
<i>Juncus bufonius</i>	junbuf(11)	0	0	28	0,1

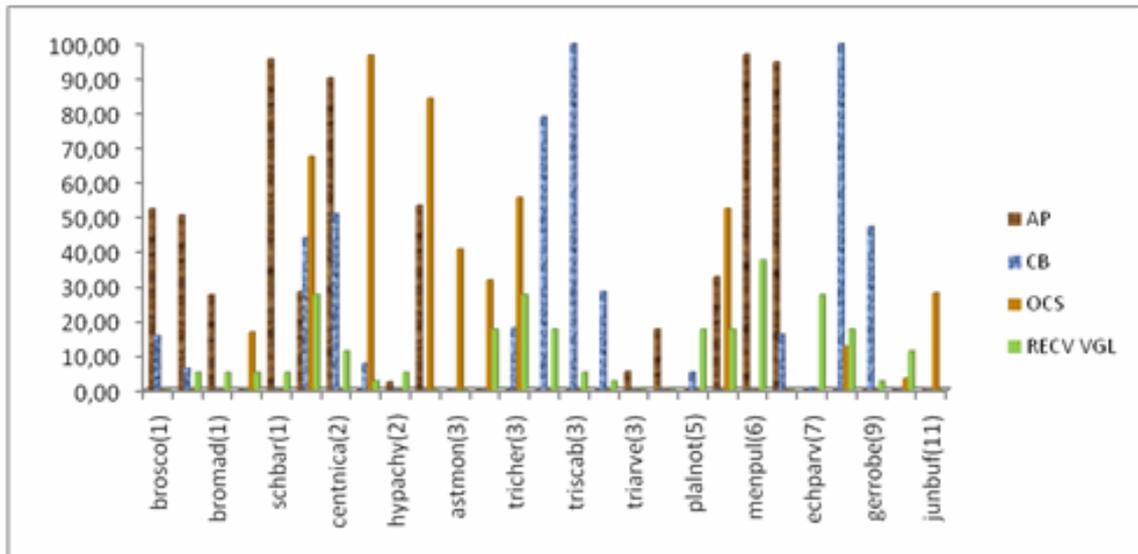
**Tableau 56 :** Fréquences totales des plantes consommées par *A. patruelis*, *C. barbarus* et *O. c. sulfurescens* dans la station de Chtaïba.

1 : Poaceae, 2 : Asteraceae, 3 : Fabaceae, 4 : Apiaceae, 5 : Plantaginaceae, 6 : Lamiaceae, 7 : Boraginaceae, 8 : Lythraceae, 9 : Geraniaceae, 10 : Primulaceae, 11 : Juncaceae.

Les espèces moyennement appréciées sont : *B. scoparius* (52,27% et rec de 0,1%) et *L. perenne* (50,43% et rec de 5%) de la famille des Poaceae, l'espèce *S. maculatus* ( 53,33% et un rec de 0,1%) de la famille des Asteraceae.

Concernant l'espèce *C. barbarus*, nous avons totalisé 14 espèces consommées, mais seulement 2 graminées sont appréciées avec de faibles fréquences. Cet acridien préfère la famille des Fabaceae avec deux espèces végétales qui sont *Trifolium tomentosum* (78,90%) et *Trifolium scabrum* (100%), occupant un recouvrement moyen de 17,5% et 5% respectivement. La famille des Lythraceae représentée par l'espèce *L. junceum* est très appréciée avec une fréquence de 100% et un pourcentage de recouvrement de 17,5%. Le reste des espèces sont moyennement à faiblement appréciées.

L'espèce *O.c.sulfurescens*, consomme 11 espèces parmi 27 espèces de plantes. Ces espèces appartiennent à la famille des Asteraceae (*G. tomentosa* et *S. maculatus*) consommées avec une fréquence de 96,67% et 84,15%, malgré que leur recouvrement moyen sur le terrain est très faible de 2,55% et 0,1% respectivement. Les espèces moyennement consommées sont *F. gallica*, *A. monspessulanus*, *T.cherleri*, et *P. coronopus* (tableau 56 et fig. 44).



**Figure 44 :** Fréquence des espèces végétales consommées par les deux sexes confondus d' *A. patruelis*, *C. barbarus* et *O.c. sulfurescens* en fonction des recouvrements végétaux dans la station de Chtaïba.

#### IV-7-1-3- Station d'El-Ghorra

L'espèce *A. patruelis* consomme seulement 6 plantes parmi 34 plantes, les fréquences très élevées sont attribuées aux deux espèces de la famille des Poaceae, *B. scoparius*(100%) et *D. glomerata* (93,48%) , vient ensuite la Juncaceae *J. bufonius* avec une fréquence de 64,19%. L'espèce *C. barbarus* mange deux Asteraceae, *B. annua* (100% de fréquence) et *Asteraceae sp* (82,50%), le reste des espèces consommées sont appréciées avec des fréquences faibles à moyennes (0,52% à 67,65%). Cet acridien apprécié 25 espèces de plantes dans la station parmi 34 plantes consommées par les trois espèces acridiennes, c'est l'espèce la plus vorace parmi les deux autres.

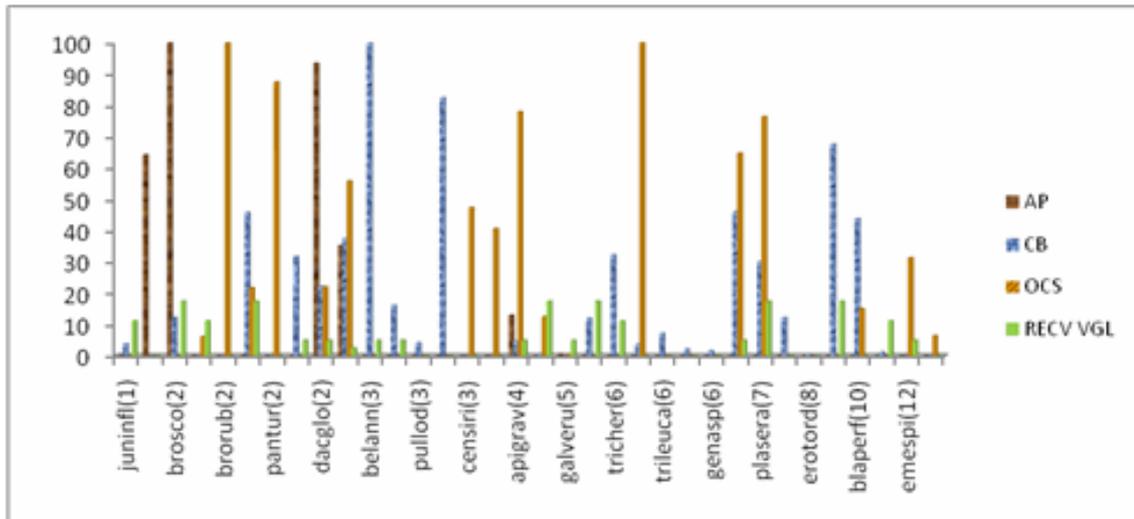
*O.c. sulfurescens* consomme au total 17 espèces végétales dont cinq espèces avec des fréquences élevées, il s'agit des plantes appréciées de la famille des Poaceae : *B. rubens* (100% ) et *P. turgidum* (87,5%), , l'Apiaceae *A. graveolens* (77,99%), ainsi que des Fabaceae représentées par l'espèce *T. tomentosum* (100%) et les Plantaginaceae par *P. serraria* (76,53%) (tableau 57 et fig. 45).

**Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).**

ESP CONS	CODE	AP	CB	OCS	RECV VGL
<i>Juncus inflexus</i>	juninfl(1)	0	3,93	0	11,25
<i>Juncus bufonius</i>	junbuf(1)	64,19	0	0	0,1
<i>Bromus scoparius</i>	brosco(2)	100	12,35	0	17,5
<i>Schismus barbatus</i>	schbar(2)	0	0	6,16	11,25
<i>Bromus rubens</i>	brorub(2)	0	0	100	0,1
<i>Lolium perenne</i>	lolpera(2)	0	45,93	21,765	17,5
<i>Dupleurum rigidum</i>	pantur(2)	0	0	87,5	0,1
<i>Polypogon morapeliensis</i>	polman(2)	0	31,76	0	5
<i>Dactylis glomerata</i>	dacglo(2)	93,48	22,25	22,01	5
<i>Galactites tomentosa</i>	galatom(3)	35,24	37,57	55,83	2,55
<i>Bellis annua</i>	belann(3)	0	100	0	5
<i>Hyoseris radiata</i>	hyorad(3)	0	16,145	0	5
<i>Pulicaria odora</i>	pulod(3)	0	4,17	0	0,1
<i>Asteraceae sp</i>	khosau(3)	0	82,5	0	0,1
<i>Centaurea seridis</i>	censiri(3)	0	0	47,39	0,1
<i>Catananche coerulea</i>	catcoer(3)	0	0	40,63	0,1
<i>Apium graveolens</i>	apigrav(4)	13,04	4,8	77,99	5
<i>Galium rotundifolium ssp ovalifolium</i>	galrotu(5)	0	0,34	12,5	17,5
<i>Galium verum</i>	galveru(5)	0,57	0	0,43	5
<i>Sherardia arvensis</i>	shearve(5)	0	12,09	0	17,5
<i>Trifolium cherleri</i>	tricher(6)	0	32,29	0	11,25
<i>Trifolium tomentosum</i>	tritom(6)	0	3,85	100	0,1
<i>Trifolium leucanthum</i>	trileuca(6)	0	7,21	0	0,1
<i>Medicago sativa</i>	medsat(6)	0	2,17	0	0,1
<i>Genista aspalathoides</i>	genasp(6)	0	1,69	0	0,1
<i>Plantago lanceolata</i>	plalanc(7)	0	46,17	64,85	5
<i>Plantago serraria</i>	plasers(7)	0	30,12	76,53	17,5
<i>Geranium rotundifolium</i>	gerrotu(8)	0	12,29	0	0,1
<i>Erodium cicutarium</i>	erotord(8)	0	0,52	0	0,1
<i>Mentha pulegium</i>	menpul(9)	0	67,65	0	17,5
<i>Blackstonia perfoliata</i>	blaperf(10)	0	43,9	15,12	0,1
<i>Biscutella raphanifolia</i>	bisraph(11)	0	1,28	0	11,25
<i>Emex spinosa</i>	emespi(12)	0	0	31,4	5
<i>Beta vulgaris ssp vulgaris</i>	betvulg(13)	0	0	6,46	0,1

**Tableau 57 : Fréquences totales des plantes consommées par *A.patruelis*, *C. barbarus* et *O. c. sulfurescens* dans la station d'El-Ghorra.**

1 : Juncaceae, 2 : Poaceae, 3 : Asteraceae, 4 : Apiaceae, 5 : Rubiaceae, 6 : Fabaceae, 7 : Plantaginaceae, 8 : Geraniaceae, 9 : Lamiaceae, 10 : Gentianaceae, 11 : Brassicaceae, 12 : Polygonaceae, 13 : Chenopodiaceae.



**Figure 45 :** Fréquence des espèces végétales consommées de l'ensemble des individus d' *A. patruelis*, *C. barbaruset* *O.c. sulfurescens* en fonction de leurs recouvrements végétaux dans la station d'El-Ghorra.

## IV-7-2- Fréquence globale des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles de chaque espèce acridienne dans les trois stations

### IV-7-2-1- Station de la Makhada

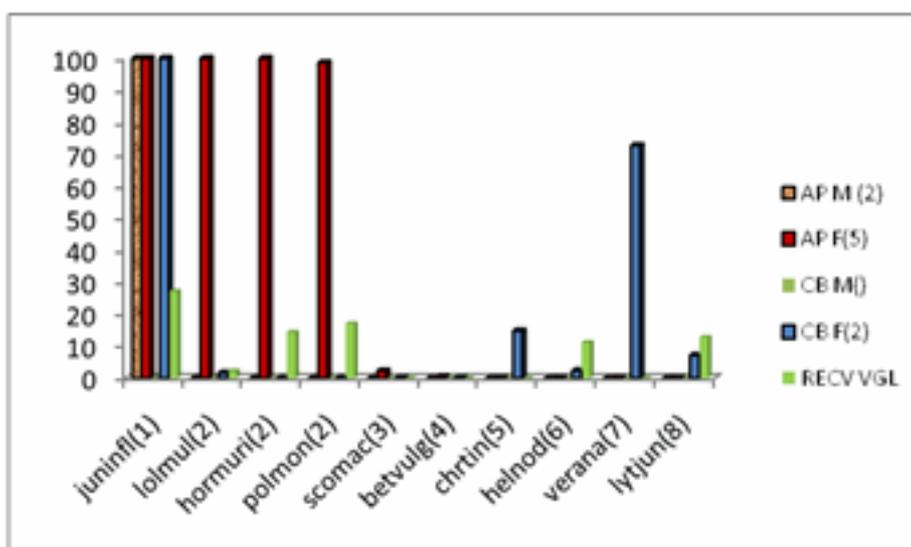
Les deux mâles examinés de l'espèce *A. patruelis* dans la Mekhada n'ont consommé que *J. inflexus* avec une fréquence de 100%. Les individus femelles étudiées ont consommé par contre différentes plantes au nombre de 6 espèces. Les plus appréciées sont *J. inflexus* (100%), trois espèces de Poaceae qui sont *L. multiflorum* (100%), *H. murinum* (100%) et *P. monspeliensis* avec une fréquence de 98,63% . *S. maculatus* et *B. vulgaris* sont moins appréciées, (tableau 58 et fig. 46).

Les femelles de *C. barbarus* ont consommé également 6 espèces végétales, les plus appréciées sont *J. inflexus* (100%) et *V.anagallis- aquatica* avec une fréquence de 72,75%, (tableau 58 et fig. 46).

ESP CONS	CODE	AP		CB		RECV VGL
		M (2)	F(5)	M(-)	F(2)	
<i>Juncus inflexus</i>	juninfl(1)	100	100	0	100	27,17
<i>Lolium multiflorum</i>	lolml(2)	0	100	0	1,66	2,25
<i>Hordium marinum</i>	hormuri(2)	0	100	0	0	14,38
<i>Polypogon monspeliensis</i>	polmon(2)	0	98,63	0	0	17,08
<i>Scolymus maculatus</i>	scomac(3)	0	2,31	0	0	0,04
<i>Beta vulgaris ssp vulgaris</i>	betvulg(4)	0	0,43	0	0	0,02
<i>Chrozophora tinctoria</i>	chrtin(5)	0	0	0	14,8	0,03
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	helnod(6)	0	0	0	2,35	11,11
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	verana(7)	0	0	0	72,75	0,03
<i>Lythrum junceum</i>	lytjun(8)	0	0	0	7,19	12,8

**Tableau 58** : Fréquences totales des plantes consommées par mâles et femelles d'*A. patruelis* et de *C. barbarus* dans la station de la Mekhada.

Nous avons indiqué le nombre d'individus examinés entre parenthèses. (-) : pas d'individus mâles.



**Figure 46** : Fréquence des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles d'*A. patruelis* et *C. barbarus* en fonction des recouvrements végétaux de la station Mekhada.

#### IV-7-2-2- Station de Chtaïba

Les mâles et les femelles d'*A. patruelis* consomment chacun 9 espèces de plantes, deux espèces sont très appréciées par les mâles ; *B. scoparius* (Poaceae) avec une fréquence de 100% et *M. pulegium* de la famille de Lamiaceae (96,89%). Les femelles ont une préférence pour les Poaceae *S. barbatus* (95,94%) et *L. perenne* (97,75%), la famille des Asteraceae est représentée par une seule espèce consommée avec une fréquence de 90,11%, l'espèce *C. dioscoridis* (Boraginaceae) est présente avec une fréquence de 94,92%, (tableau 59 et fig. 47).

---

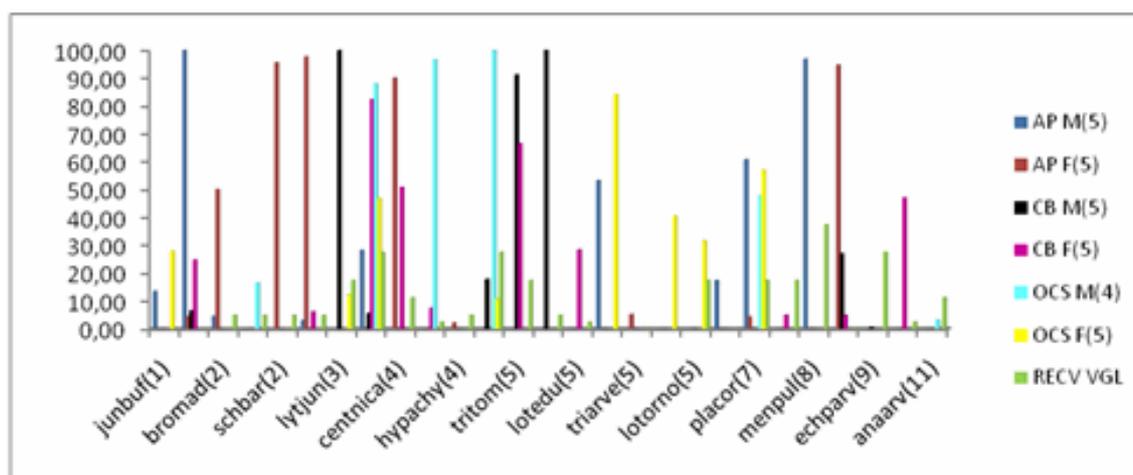
Les mâles de *C. barbarus* consomment 8 espèces de plantes appartenant à 5 familles botaniques, la plus représentée en espèces appréciées est celle des Fabaceae avec 3 espèces de plantes (*T. cherleri*, *T. scabrum* et *T. tomentosum*), viennent ensuite les Boraginaceae représentées par 2 espèces végétales (*C. dioscoridis* et *E. parviflorum*), les Asteraceae les Poaceae et les Lythraceae ne sont représentées que par une seule espèce chacune *F. gallica*, *B. scoparius* et *L. junceum*. Les espèces *L. junceum* et *T. tomentosum* sont les plus appréciées avec une fréquence de 100 et 91,24% respectivement. Les femelles de la même espèce consomment 10 espèces végétales dont les plus appréciées est l'Asteraceae *F. gallica* (82,39%) puis la Fabaceae *T. tomentosum* par une fréquence de 66,55%, L'Asteraceae *C. nicaeensis* est consommée avec *G. robertianum* par une fréquence moyenne de 50,85% et 47,16% respectivement. Les autres espèces ont une fréquence inférieure à 50%, . (tableau 59 et fig. 47).

En ce qui concerne *O.c.sulfurescens* , les mâles consomment 6 espèces de plantes et les femelles 8 espèces, trois espèces végétales appréciées par les mâles, deux de la famille des Asteraceae (*F. gallica* et *G. tomentosa*) avec une fréquence élevée (88% et 96,67% respectivement) et une Fabaceae (*T. cherleri*) à une fréquence de 100% vient ensuite *P. coronopus* (47,67%). Les femelles consomment en plus de *S. muricatus* (84,15%), *P. coronopus* (57%) et *F. gallica* (46,88%), (tableau 59 et fig. 47).

**Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).**

ESP CONS	Code	AP		CB		OCS		RECV VGL
		M(5)	F(5)	M(5)	F(5)	M(4)	F(5)	
<i>Juncus bufonius</i>	junbuf(1)	13,64	0	0	0	0	28	0,1
<i>Bromus scoparius</i>	brosco(2)	100	4,53	6,61	24,87	0	0	0,1
<i>Bromus madritensis</i>	bromad(2)	4,71	50,09	0	0	0	0	5
<i>Koeleria rohifii</i>	koeroh(2)	0	0	0	0	16,67	0	5
<i>Schismus barbatus</i>	schbar(2)	0	95,54	0	0	0	0	5
<i>Lolium perenne</i>	lolpere(2)	3,11	97,75	0	6,25	0	0	5
<i>Lythrum junceum</i>	lytjun(3)	0	0	100	0	0	12,5	17,5
<i>Filago gallica</i>	filagali(4)	28,33	0	5,69	82,39	88	46,88	27,5
<i>Centaurea nicaeensis</i>	centnica(4)	0	90,11	0	50,85	0	0	11,25
<i>Galactites tomentosa</i>	galatom(4)	0	0	0	7,67	96,67	0	2,55
<i>Hypochoeris achyrophorus</i>	hypachy(4)	0	2,25	0	0	0	0	5
<i>Trifolium cherleri</i>	tricher(5)	0	0	17,9	0	100	11	27,5
<i>Trifolium tomentosum</i>	tritomo(5)	0	0	91,24	66,55	0	0	17,5
<i>Trifolium scabrum</i>	triscab(5)	0	0	100	0	0	0	5
<i>Lotus edulis</i>	lotedu(5)	0	0	0	28,47	0	0	2,55
<i>Scorpius muricatus</i>	scomur(5)	53,33	0	0	0	0	84,15	0,1
<i>Trifolium arvense</i>	triarve(5)	0	5,28	0	0	0	0	0,1
<i>Astragalus monspessulanus</i>	astmon(5)	0	0	0	0	0	40,63	0,1
<i>Lotus ornithopodioides</i>	lotomo(5)	0	0	0	0	0	31,69	17,5
<i>Dupleurum rigidum</i>	dupri(6)	17,5	0	0	0	0	0	0,1
<i>Plantago coronopus</i>	placor(7)	60,83	4,46	0	0	47,67	57	17,5
<i>Plantago rotata</i>	plalnot(7)	0	0	0	5,11	0	0	17,5
<i>Mentha pulegium</i>	menpul(8)	96,89	0	0	0	0	0	37,5
<i>Cynoglossum dioscoridis</i>	cyndios(9)	0	94,72	27,12	4,98	0	0	0,1
<i>Echium parviflorum</i>	echparv(9)	0	0	0,73	0	0	0	27,5
<i>Geranium robertianum</i>	gerrobe(10)	0	0	0	47,16	0	0	2,55
<i>Anagallis arvensis</i>	anaarv(11)	0	0	0	0	3,33	0	11,25

**Tableau 59 :** Fréquences totales des plantes consommées par mâles et femelles d'*A. patruelis*, de *C. barbarus* et *O. c. sulfurescens* dans la station de la Chtaïba.



**Figure 47 :** Fréquence des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles d'*A. patruelis*, *C. barbarus* et *O.c.sulfurescens* en fonction des recouvrements végétaux de la station de Chtaïba.

#### IV-7-2-3- Station d'El-Ghorra

Les mâles et les femelles d'*A. patruelis* consomment au total 6 espèces végétales, appartenant aux 5 familles différentes, les Juncaceae représentée dans les fécès de cet acridien par l'espèce *J. bufonius* avec une fréquence de 64,19% malgré son faible recouvrement (0,1%), deux Poaceae appréciées *B. scoparius* (100% seulement chez les mâles) et *D. glomerata* (86,96% chez les mâles et 100% chez les femelles) la famille des Apiaceae *A. graveolens* consommée que par les mâles (13,03%), (tableau 60 et fig. 48).

En ce qui concerne *C. barbarus*, les mâles ont apprécié 9 espèces de plantes et les femelles 24 espèces végétales. Les familles les plus représentées sont : les Asteraceae avec 3 espèces (*G. tomentosa*, *B. annua*, *H. radiata*) pour les mâles et 4 espèces de plantes aussi consommées par les femelles (*H. radiata*, *P. odora*, *G. tomentosa* et *Asteraceae sp*), la famille des Poaceae compte 4 espèces appréciées par les femelles (*B. scoparius*, *D. glomerata*, *L. perenne* et *P. monspeliensis*) et seulement une espèce graminéenne appréciée par les mâles (*P. monspeliensis*). La famille des Fabaceae est la plus riche en espèces végétales comprend 5 espèces de plantes (*T. cherleri*, *T. tomentosum*, *T. leucanthum*, *M. sativa*, *G. aspalathoides*) consommées essentiellement par les femelles, alors que les mâles n'ont consommé qu'une seule espèce (*T. tomentosum*) avec une faible fréquence (tableau 60 et fig. 48).

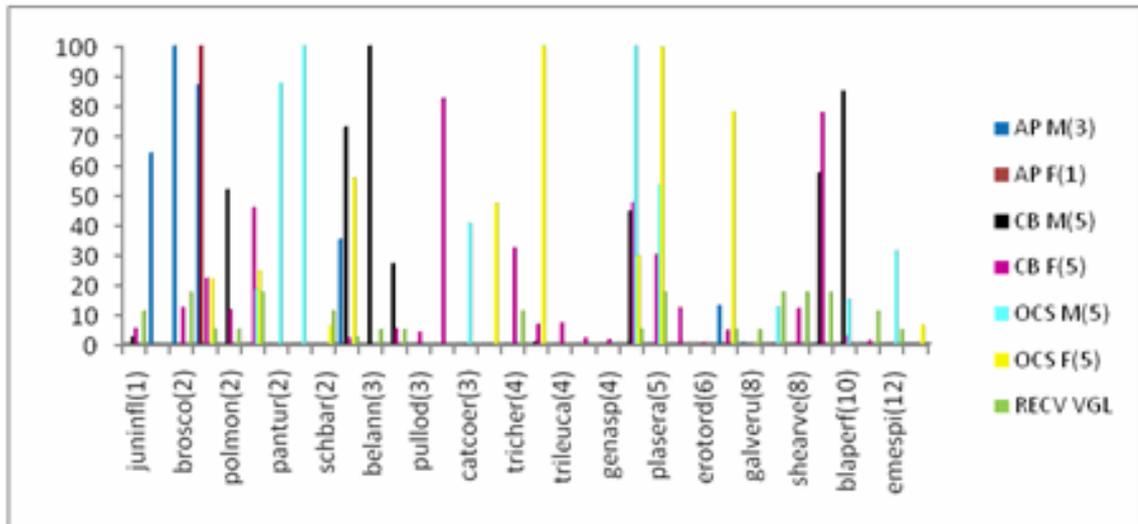
Les espèces de plantes les plus appréciées par les individus mâles sont au premier rang *B. annua* avec 100% de fréquence, vient ensuite la Gentianaceae (*B. perfoliata* avec 84,91%), *G. tomentosa* (72,92%). En fréquence moyenne, nous avons les espèces *M. pulegium* et *P. monspeliensis* avec 57,55% et 51,88% respectivement. Les femelles préfèrent l'Asteraceae *Asteraceae sp* (82,50%), *M. pulegium* avec une fréquence de 77,75%.

Les autres espèces sont consommées à des fréquences faibles. L'espèce *O.c.sulfurescens* consomme 17 espèces dont 9 par les mâles et 11 par les femelles. Les espèces végétales les plus appréciées par les individus mâles sont *P. lanceolata* et *B. rubens* avec une fréquence de 100% et *P. turgidum* (87,5%), les femelles apprécient *T. tomentosum* (100%) et *P. serraria* (99,57%), *A. graveolens* (77,99%), (tableau 60 et fig. 48).

**Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Caelifères dans l'est algérien (El-Tarf – El-Kala).**

ESP CONS	CODE	AP		CB		OCS		RECV VGL
		M(3)	F(1)	M(5)	F(5)	M(5)	F(5)	
<i>Juncus inflexus</i>	juninfl(1)	0	0	2,5	5,35	0	0	11,25
<i>Juncus bifonius</i>	junbuf(1)	64,19	0	0	0	0	0	0,1
<i>Bromus scoparius</i>	brocco(2)	100	0	0	12,35	0	0	17,5
<i>Dactylis glomerata</i>	dacglo(2)	86,96	100	0	22,25	0	22,01	5
<i>Polypogon monspeliensis</i>	polmon(2)	0	0	51,88	11,63	0	0	5
<i>Lolium perenne</i>	lolpera(2)	0	0	0	45,93	18,75	24,78	17,5
<i>Panicum turgidum</i>	pantur(2)	0	0	0	0	87,5	0	0,1
<i>Bromus rubens</i>	bronub(2)	0	0	0	0	100	0	0,1
<i>Schismus barbatus</i>	schbar(2)	0	0	0	0	0	6,16	11,25
<i>Galactites tomentosa</i>	galatom(3)	35,24	0	72,92	2,21	0	55,83	2,55
<i>Bellis annua</i>	belann(3)	0	0	100		0	0	5
<i>Hyoseris radiata</i>	hyorad(3)	0	0	27,08	5,21	0	0	5
<i>Pullicaria odora</i>	pullo(3)	0	0	0	4,17	0	0	0,1
<i>Asteraceae sp</i>	khosau(3)	0	0	0	82,5	0	0	0,1
<i>Catananche coerulea</i>	catcoer(3)	0	0	0	0	40,63	0	0,1
<i>Centaurea seridis</i>	centsiri(3)	0	0	0	0	0	47,39	0,1
<i>Trifolium cheveri</i>	tricher(4)	0	0	0	32,29	0	0	11,25
<i>Trifolium tomentosum</i>	tritom(4)	0	0	0,94	6,75	0	100	0,1
<i>Trifolium leucanthum</i>	trileuca(4)	0	0	0	7,21	0	0	0,1
<i>Medicago sativa</i>	medsat(4)	0	0	0	2,17	0	0	0,1
<i>Genista aspalathoides</i>	genasp(4)	0	0	0	1,69	0	0	0,1
<i>Plantago lanceolata</i>	plalanc(5)	0	0	44,69	47,65	100	29,69	5
<i>Plantago serraria</i>	plasers(5)	0	0	0	30,12	53,49	99,57	17,5
<i>Geranium rotundifolium</i>	gerrotu(6)	0	0	0	12,29	0	0	0,1
<i>Erodium corymbosum</i>	erotord(6)	0	0	0	0,52	0	0	0,1
<i>Apium graveolens</i>	apigrav(7)	13,04	0	0	4,8	0	77,99	5
<i>Galium verum</i>	galveru(8)	0,57	0	0	0	0	0,43	5
<i>Galium rotundifolium ssp ovalifolium</i>	galrotu(8)	0	0	0	0,34	12,5	0	17,5
<i>Sherardia arvensis</i>	shearve(8)	0	0	0	12,09	0	0	17,5
<i>Mentha pulegium</i>	mempul(9)	0	0	57,55	77,75	0	0	17,5
<i>Blackstonia perfoliata</i>	blaperf(10)	0	0	84,91	2,89	15,12	0	0,1
<i>Biscutella raphanifolia</i>	bisraph(11)	0	0	0	1,28	0	0	11,25
<i>Emex spinosa</i>	emespi(12)	0	0	0	0	31,4	0	5
<i>Beta vulgaris ssp vulgaris</i>	betvulg(13)	0	0	0	0	0	6,46	0,1

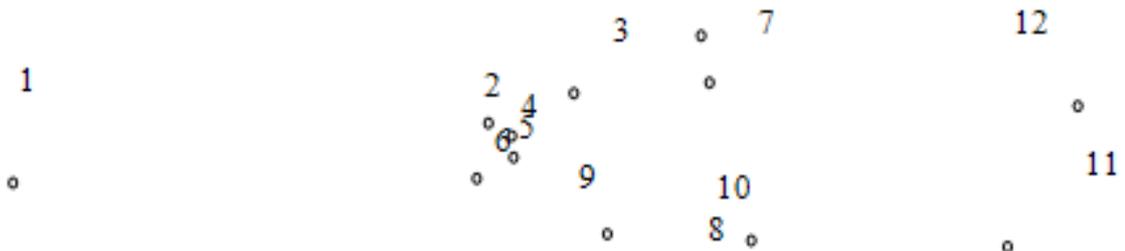
**Tableau 60 : Fréquence des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles d'*A. patruelis*, *C. barbarus* et *O.c.sulfurescenceen* fonction des recouvrements végétaux de la station El-Ghorra.**



**Figure 48 :** Fréquence des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles d'*A. patuelis*, *C. barbarus* et *O.c. sulfurescences* fonction des recouvrements végétaux de la station El-Ghorra.

## IV-8- Etude de la dyssétrie de développement des trois espèces acridiennes

La première étape consiste à calculer l'individu consensus dont chaque Landmark est au barycentre de celui de l'ensemble des individus (fig. 49).



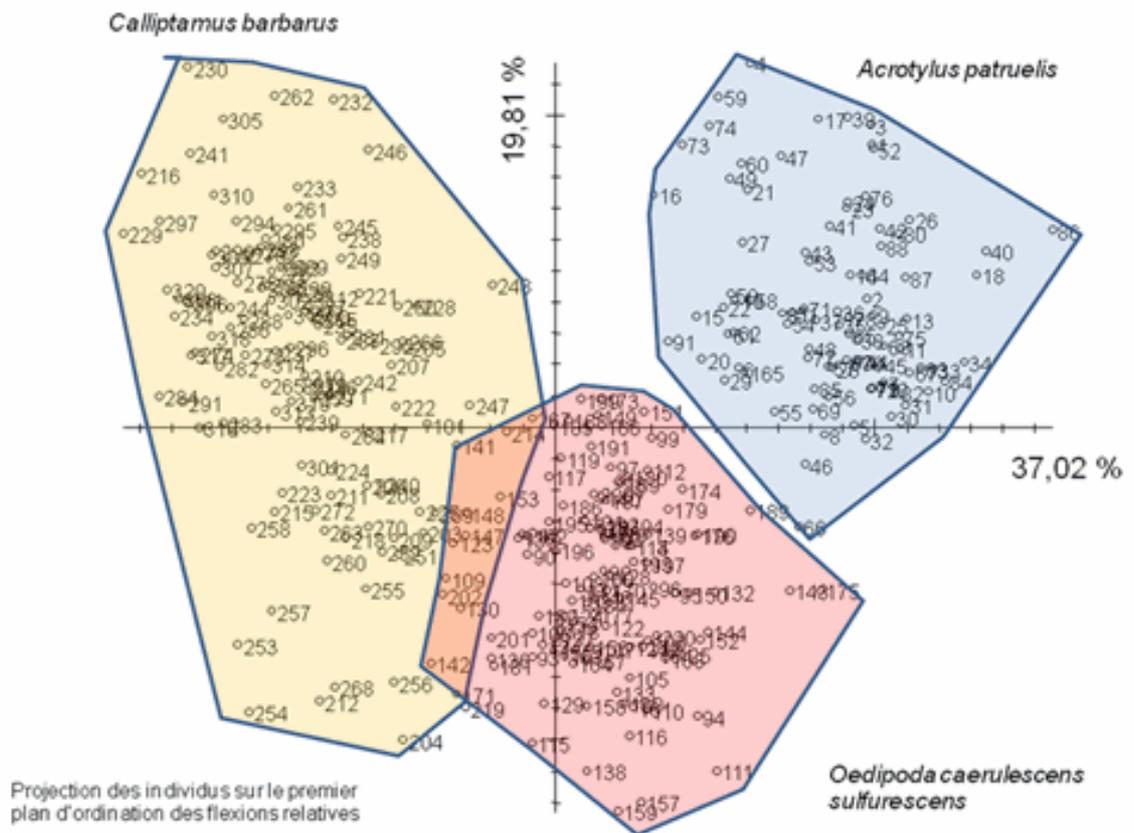
**Figure 49 :** Obtention de l'individu moyen de chaque Landmark de l'ensemble des individus (TPS Relw vers 1.42 de ROHLF (2005)).

Dans la deuxième étape, on vérifie que la variabilité des individus par rapport au consensus est satisfaisante. C'est à cette étape que l'on se rend compte si des erreurs de mesure ont été commises : certaines flèches (vecteurs) ont une longueur anormalement élevée. Nous avons donc procédé aux corrections nécessaires sur les données de base (fig. 50).



**Figure 50 :** Alignement des 12 landmarks (PR) après superposition des 160 paires d'élytres grâce à la méthode APG (Analyses Procustes Généralisées) (TPS Relw).

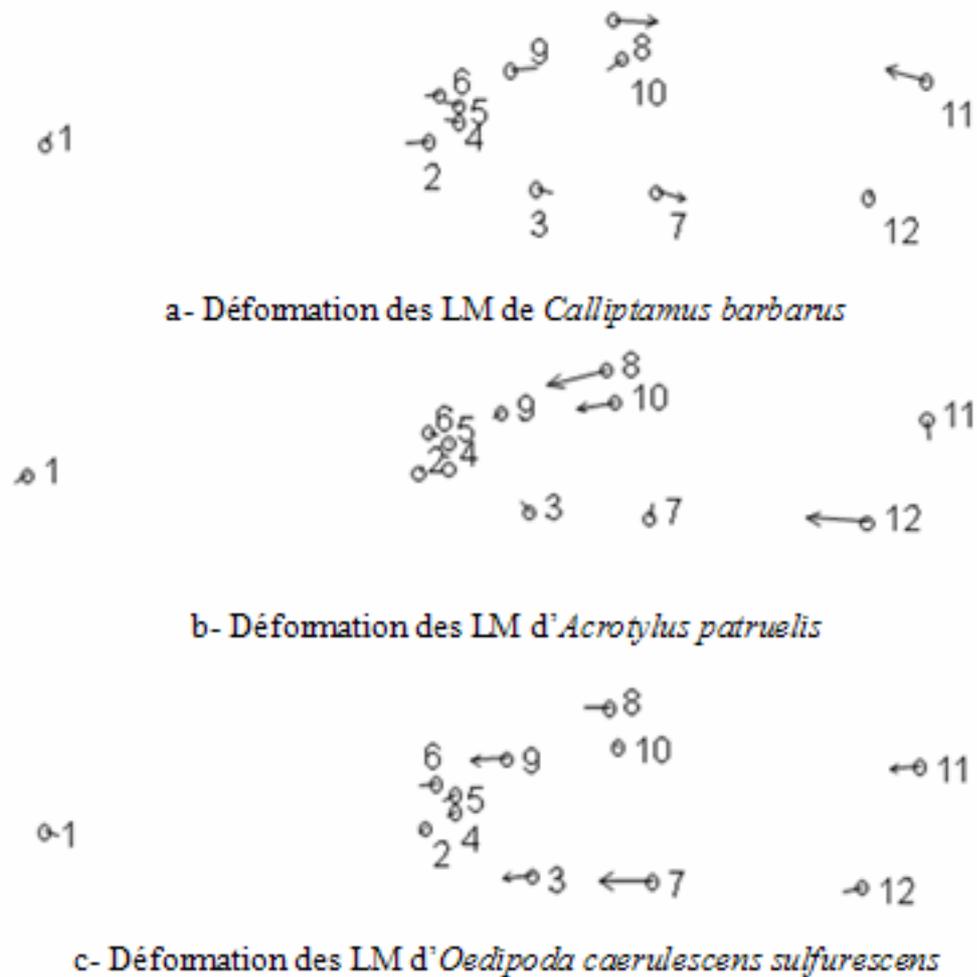
Le calcul des flexions relatives (relative warps) donne la projection sur les 2 premiers axes (fig. 51).



**Figure 51 :** Projection des individus sur le premier plan d'ordination des flexions relatives.

Les 3 espèces sont relativement bien séparées sur le plan d'ordination, malgré un léger chevauchement entre les enveloppes de *Calliptamus barbarus* et de *Oedipoda caer. sulfurea*.

Les déformations propres à chacune des espèces par rapport au consensus peuvent être illustrées en se plaçant au centre de gravité de chaque nuage de point (fig. 52a, b et c).



**Figure 52 :** Représentation des flexions relatives des élytres des trois acridiens.

La variabilité des projections des 12 PR des 160 paires d'élytres après superposition (fig. 52) met en évidence la forte stabilité des PR 2, 4, 5 et 6 et la dispersion des PR 7 à 12. De manière générale, si on décrit les déformations propres à chaque espèce, on remarque que la variabilité des différents landmarks (PR) concerne la partie postérieure de l'élytre chez les trois espèces, notamment les PR 7 (*O. caerulescens sulfurescens*), 8 et 12 (*A. patruelis*) et 8 et 11 (*C. barbarus*).

Pour calculer la dissymétrie entre les élytres droits et gauches de chaque individu (320 élytres), on place les scores (=coordonnées) des projections des espèces dans le graphe d'ordination analysé dans le logiciel TPS dans un fichier excel. Seules les coordonnées sur les 2 premiers axes (x et y) sont retenues car c'est la projection qui sépare le mieux les espèces. Ensuite, on calcule la distance euclidienne entre les projections des élytres droits et gauche de chaque individu:  $(D = \text{racine} [(x_g - x_d)^2 + (y_g - y_d)^2])$ . g=élytre gauche et d=élytre droite)

On obtient le tableau XXV en annexe, quand on extrait les informations relatives à l'espèce, à la station et au sexe de chaque individu.

Enfin, pour tester si les dissymétries sont liées au sexe, à l'espèce et à la station d'étude, il faut appliquer le Modèle Linéaire Global (GLM) grâce à SYSTAT vers 12.0. Ce programme permet de décomposer la variance de la distance euclidienne entre ce

qui est dû à chacun des 3 facteurs indépendamment contrairement à une Analyse de variance classique, le programme GLM permet de fixer les interactions désirées. Dans ce modèle, aucune interaction entre facteur n'est désirée pour faire ressortir exactement la part de chaque facteur (Petit. Com. Pers.). Les résultats de l'analyse sont données dans le tableau 61 ci-après.

Facteurs	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P-value
ESP	0.00198	2	0.00099	2.17334	0.11728
LIEU	0.00344	2	0.00172	3.78227	0.02491
SEXE	0.00308	1	0.00308	6.78229	0.01011
Erreur	0.07005	154	0.00045		

**Tableau 61** : ANOVA des distances euclidiennes des élytres en fonction de l'espèce, du sexe et du lieu.

Il est clair que la dissymétrie ne dépend pas de l'espèce (tableau 61). En revanche, elle varie significativement selon le sexe et le lieu (tableau 62 et 63).

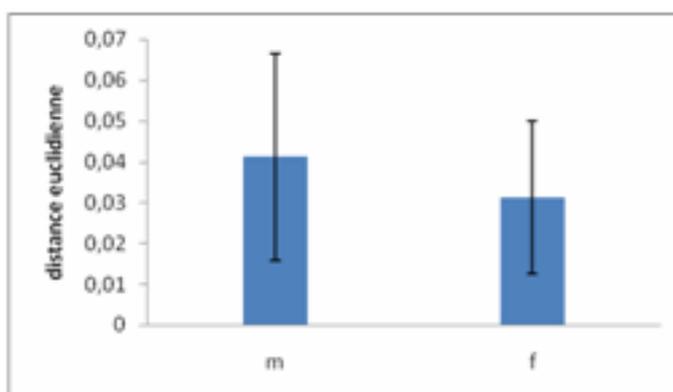
Sexe	Dist moyenne	sd
Mâles	0.04122	0.0254
femelles	0.0313	0.01869

**Tableau 62** : Distance moyenne entre les deux sexes de l'ensemble des individus.

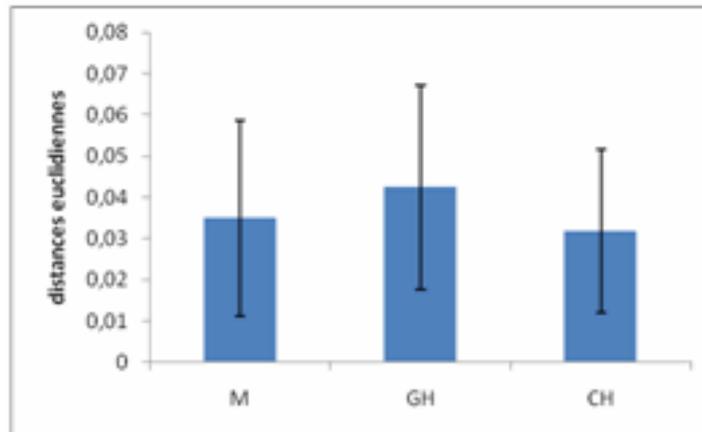
Station	Dist moyenne	sd
Mekhada	0.03495	0.02376
Ghorra	0.04242	0.02476
Chtaïba	0.03184	0.0199

**Tableau 63** : Distance moyenne entre les trois stations de l'ensemble des individus.

Les distances moyennes obtenues pour chaque catégorie sont illustrées dans les figures 53 et 54.



**Figure 53** : Distances euclidiennes (moyennes  $\pm$  écarts types) entre les projections des paires d'élytres (droit et gauche) sur les 2 premiers axes de flexion relative.



**Figure 54** : Distances euclidiennes (moyennes  $\pm$  écarts types) entre les projections des paires d'élytres (droit et gauche) sur les 2 premiers axes de flexion relative.

En conclusion, les mâles sont plus dissymétriques que les femelles (fig. 53), et Ghorra est une station où les individus sont les plus dissymétriques (fig. 54). Il faut peut-être y voir des conditions plus stressantes pour le développement, notamment pour les stades larvaires.

## Chapitre V : Discussion

Les zones humides sont constamment menacées par les activités anthropiques alors qu'elles représentent un intérêt écologique non négligeable. Ce travail porte sur l'étude de la diversité des communautés d'orthoptères inféodées à trois milieux différents par l'altitude et la végétation. Les orthoptères étant considérés comme insectes indicateurs des milieux naturels, nous avons étudié d'une part les relations trophiques de trois espèces acridiennes fréquentes et abondantes dans les milieux choisis, en tenant compte de leurs caractéristiques floristiques et climatiques. D'autre part, nous avons voulu mettre en évidence un stress environnemental de ces mêmes espèces en rapport avec l'impact anthropique de ces stations.

### V-1- Caractères floristiques

Chaque station étudiée est caractérisée par une composition floristique qui lui est propre, ce que nous avons mis en évidence par les différentes AFC. Les richesses floristiques totales sont importantes et très diversifiées: 46 espèces, toutes herbacées dans le marais temporaire de la Mekhada, 74 espèces englobant toutes les strates dans la station de moyenne altitude à Chtaïba (56 herbacées, 2 arborées l'olivier et le chêne liège et 16 arbustives), et enfin 65 espèces dont 56 herbacées dans la forêt à *Quercus faginea* à El Ghorra située à une altitude plus élevée. Les principales familles les plus représentées au niveau des trois stations sont les Poaceae, les Asteraceae et les Fabaceae avec des abondances et des taux de recouvrements moyens par espèce variables selon la station et la famille botanique.

Le changement de la physionomie du marais nous a permis de constater que les espèces de plantes apparaissent échelonnées dans le temps en fonction d'un degré de dessèchement des plantes dans le marais, selon nos observations. Par contre, les deux stations d'altitude sont de physionomie floristique stable.

La Cyperaceae *Scirpus holoscoenus* caractérise la formation végétale du marais. Cette plante se dessèche pendant la saison estivale vers la mi-juillet. On peut émettre l'hypothèse que les espèces acridiennes peuplant le marais l'utilisent comme abri ou refuge pour échapper à des prédateurs. *Locusta migratoria cinerascens* précisément qui est une espèce de grande taille, ne peut pas pénétrer dans les fentes de retrait caractérisant le marais dès que l'eau s'évapore. Cet acridien très abondant dans la station, se cache très bien dans le Scirpe, et mime parfaitement avec celui-ci. Nous avons trouvé des individus de couleur verte ou brune selon la couleur du faciès à *Scirpus holoscoenus* à l'état turgescents et même à l'état sec. BARATAUD (2005), mentionne que la coloration mimétique des espèces acridiennes avec la végétation diminue la pression de la sélection par la prédation, par contre les autres espèces de petite taille fouissent les prédateurs en se cachant dans les fissures du sol argileux.

Au sein de cette formation végétale à tendance monospécifique caractérisée par la persistance du scirpe, apparaissent des plantes des familles botaniques comme

les Juncaceae, Poaceae, Lythraceae, Euphorbiaceae, Chenopodiaceae... qui restent turgescents durant toute la période d'étude.

Les Juncaceae caractérisent des milieux humides. Ainsi au niveau du marais, trois espèces de Juncaceae coexistent : *Juncus pygmaeus*, *J. bufonius*, et *Juncus inflexus*. Cependant, dans la station d'altitude moyenne, seule *J. bufonius* est présente et quand on progresse beaucoup plus en altitude, on retrouve les deux espèces *J. bufonius*, et *Juncus inflexus*. Ceci explique l'influence de l'humidité plus importante en forêt et dans le marais sur la présence des joncs.

## V-2- Communautés orthoptériques

La répartition spatiale des insectes dans la forêt n'est pas uniforme. Elle est réglée à la fois par le comportement et par les exigences des insectes vis-à-vis des divers éléments de microclimat (DAJOZ, 1998).

Nous avons synthétisé les différents paramètres écologiques utilisés pour la caractérisation des communautés orthoptériques (tableau 64).

Paramètres	Mekhada	Chtaïba	El-Ghorra
Richesse spécifique (S)	11	12	10
Richesse moyenne (s)	4,67	6,11	4,71
Abondance totale	137	255	162
Dominance (IDO) en %	56,93	50,2	58,64
Coeff de variation (V) en %	58,89	47,79	80,68
Homogénéité (T) en %	42,45	50,92	47,1
Diversité de SHANNON (H') en Bits	2,64	2,77	2,57
	52		
Indice de SORENSEN (%)		57	64

**Tableau 64** : Tableau récapitulatif des paramètres écologiques des trois stations de la région d'El-Tarf.

La richesse la plus élevée concerne la station de moyenne altitude. La station de Chtaïba est dominée par 6 populations, et une abondance plus importante répartie en 255 individus dans les 9 relevés. Les autres paramètres écologiques indiquent que les trois stations présentent trois peuplements homogènes et très diversifiés.

La richesse orthoptérique est typiquement caractéristique de chaque station étudiée. Nous avons trouvé trois communautés différentes. Nous avons recensé 19 espèces, réparties presque équitablement entre les 3 stations. La répartition des orthoptères peut être inégale comme le mentionnent BEN HARZALLAH et al., (2003) dans la région des Aurès dans le semi aride à hivers frais à Barika (15 espèces), à oued Chaâba (8 espèces) et à Hamla (6 espèces).

Le peuplement du marais abrite des espèces essentiellement hygrophiles comme *E. plorans*, *T. cylindrica* ainsi que *A. thalassinus*. Ce milieu est caractérisé par la dominance de l'espèce *A. strepens* avec le criquet migrateur *L.m.cinerascens*. Les fréquences de

*L.m.cinerascens* sont en effet maximales dans les localités situées entre le subhumide et l'humide à hiver doux (BENFEKIH, 2006).

On constate cependant que l'espèce *Aiolopus strepens* est beaucoup plus abondante par rapport aux autres espèces dans le marais de la Mekhada. Nous avons émis l'hypothèse que cette espèce qui s'adapte à différents milieux, entre autres des milieux pollués, pouvait vivre aux dépens de plantes accumulant du sel sur leurs limbes. En effet, nos échantillonnages ont eu lieu dans une zone du marais dont le sol serait susceptible de contenir du sel provenant d'une remontée probablement de la nappe phréatique.

D'autres zones de ce marais limitrophes à la mer présentent une végétation composée de plantes halophiles telles que *Salicornia* (Chenopodiaceae). Des individus d'*A. strepens* pourraient se disperser grâce à des vents dominants nord ouest et nord est en direction de notre zone d'échantillonnage et qui pourraient s'ajouter aux individus autochtones, d'où la sur abondance de cette espèce.

La station de Chtaïba est dominée par l'espèce *D.j.jagoï* et *C. barbarus*, *O. c. sulfurescens* et *A. patruelis*. Ces espèces dominantes dans le peuplement de chaque station sont considérées selon la théorie de HANSKI (1982), comme espèces dites centrales, à valeur écologique importante dont les populations sont essentiellement régulées par la compétition,

D'après BOITIER, (2003), les prairies sont les milieux les plus riches en espèces d'orthoptères, la richesse spécifique décroît très significativement avec l'élévation de l'altitude. On peut justifier cette contradiction par le climat de la région d'étude et à l'échelle restreinte de la spécificité microclimatique que subit chaque station (se référer aux tableaux de la correction climatique en annexe) et à plus grande échelle par le climat méditerranéen que présente la partie sud de la région méditerranéenne.

Les stations d'étude diffèrent du point de vue abondance des effectifs des différentes populations et non du point de vue richesse. Ceci se justifie dans la station du marais, selon le fait que c'est un milieu anthropisé. MOHAND-KACI et al, (2002) ont en effet observé que le nombre d'espèces rencontrées est généralement faible comme dans la Mitidja orientale.

Les espèces *O. fuscocincta* et *C. vagans* sont des acridiens d'altitude uniquement. On peut expliquer la présence de *O. c. sulfurescens* dans les deux étages de végétation à El Ghorra et à Chtaïba par un mouvement de déplacement à la faveur de conditions de température favorable au développement de cette espèce. Les deux stations englobent en effet une forêt de chênaies où on retrouve au niveau supérieur la forêt de chêne zeen puis à un niveau moyen un mélange de chêne zeen et de chêne liège et à un niveau plus bas le maquis arboré à dominance de chêne liège.

L'acridien *O. c. sulfurescens* est une espèce xérophile. On peut émettre l'hypothèse qu'elle recherche un habitat plus sec avec des températures plus douces dans la clairière. Les régions littorales ont un climat doux par rapport aux régions intérieures du pays. Ainsi, dans l'extrême littoral ouest à Béni Saf, DAMARDJI et al., (2004), ont trouvé que sur 12 taxons d'orthoptères, seule l'espèce *O.c.sulfurescens* est constante, Dans ce contexte, BENFEKIH (2006) avait mentionné que la température minimale en altitude est un facteur limitant pour le criquet migrateur *L. m. cinerascens*

La richesse en orthoptères dans la station de la prairie humide de la Mekhada, est conditionnée par une phase d'inondation hivernale importante chaque année (de novembre à avril) qui peut affecter la survie des œufs dans le sol. On remarque la présence d'espèces caractéristique des milieux humides littoraux telles que *A. thalassinus* apparaissant à la mi juillet dans les trois stations et dont l'effectif est plus important dans la station de la

Mekhada par rapport aux deux autres stations. BARATAUD (2005), a trouvé les mêmes résultats dans une prairie inondée près du littoral dans la réserve naturelle de Moëze-Oléron en France. DUSOULIER et PERROTIN (2001), ont trouvé des individus d'*A. thalassinus* sur une pelouse rase à proximité d'un cours d'eau temporaire et dans les prairies alluviales humides, au nord-ouest de l'île d'Yeu (Vendée, France).

La richesse et l'abondance la plus élevée globalement est attribuée à la station de moyenne altitude de Chtaïba. Ceci peut être dû au milieu très ouvert de la clairière sous maquis arboré de *Quercus suber*, riche en espèces de plantes herbacées et un microclimat sec à cause de l'ouverture de cet habitat. Notons qu'il existe des microhabitats sablonneux faiblement distribués dans la clairière et susceptibles d'héberger certains acridiens exigeants tels que *Sphingonotus caeruleus* (1 seul individu récolté dans la station) et qui est considéré comme étant une espèce en voie de disparition en Europe.

Concernant la station d'altitude d'El Ghorra, le climat est modéré par la présence de la forêt de *Quercus faginea* qui est une espèce d'altitude et de climat frais. Il règne en effet un microclimat humide et frais même pendant la saison estivale. Cette station est située dans l'étage bioclimatique humide à hiver doux, alors que les deux stations de Chtaïba et de la Mekhada sont situées dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud, ce qui pourrait expliquer que la station d'El Ghorra est la plus faible en richesse spécifique (10 espèces acridiennes). En effet, les températures y sont plus fraîches. Ce milieu se caractérise par un climat humide à hiver tempéré, modéré par la présence du couvert végétal dense à cause de la forêt de chêne-zeen et la présence d'espèces typiques précoces dans la saison estivale *O. fuscocincta* et *C. vagans ssp africanus*. Cette dernière espèce peut être considérée comme sténoyèce rencontré seulement en altitude et eurytherme car c'est une espèce des plus précoces qui persiste en fin de saison automnale.

L'*A. thalassinus* est une espèce tardive dans les trois stations, elle apparaît la mi juillet. BARATAUD, (2005) signale que le criquet émeraude apparaît le début du mois d'août dans de la réserve naturelle de Moëze-Oléron situé sur le littoral centre atlantique en France.

La composition et la structure de la végétation influence fortement la structure des communautés de consommateurs primaires (herbivores) et parmi ceux-ci les insectes et plus particulièrement les orthoptères, constituant ainsi une part très importante de la pyramide des consommateurs (BONNET et al., 1997). Beaucoup de travaux relient la richesse des orthoptères avec les communautés végétales. La végétation influence ainsi la distribution des orthoptères EVANS, (1988); BONNET et al., 1997), particulièrement la hauteur de la végétation est corrélée positivement avec la diversité des communautés orthoptériques (KISBENEDEK, 1997). L'espèce *Centaurea nicaeensis* dont la hauteur avoisine 50 cm est très abondante dans la clairière sous maquis arboré à Chtaïba et sert de perchoirs pour les espèces acridiennes d'après nos observations. Par ailleurs, La richesse acridienne dépend non seulement de la diversité des végétaux mais plus précisément de celle des graminées. La diversité des Acridiens dépend du nombre d'espèces de graminées.

La succession des espèces régulières du groupe station d'El Ghorra - station de Chtaïba apparaît dans la station d'altitude caractérisée par un microclimat plus frais. Les trois espèces *C. barbarus*, *D. j. jagoi* et *O. c. sulfurescens* apparaissent fin juillet début août alors que dans la station de Chtaïba, elles se manifestent deux mois avant, vers la mi juin (19 juin). L'espèce *O. fuscocinta* est le seul acridien d'altitude dont l'apparition est précoce dans la station d'El-Ghorra mais les 4 espèces régulières de cette station ne figurent pas parmi les espèces régulières de Chtaïba. Dans le groupe El Ghorra-Mekhada, il n'ya pas d'ordre d'apparition des acridiens à cause des conditions défavorables d'humidité et de température. L'acridien *A. thalassinus* est une espèce tardive, elle apparaît à la fin juillet

dans la station du marais, étant donné son cycle biologique BARATAUD, (2005). Alors que, *C. okbaensis* espèce régulière commune aux deux stations, n'apparaît que fin juin dans le marais et au début juillet dans la clairière.

On ne retrouve pas de succession chez les espèces accessoires. *A. thalassinus* est une espèce tardive dans tous les trois milieux, l'acridien *A. patruelis* est tardif dans la station du marais à cause de l'humidité et dans la station de haute altitude à cause du froid, l'espèce *C. okbaensis* est tardif dans la station d'El-Ghorra à cause toujours du microclimat froid d'altitude. En général, les espèces de la station d'altitude, les espèces du marais (*T. cylindrica* et *A. nasuta*), les deux espèces spécifiques de la station de Chtaïba (*O. miniata* et *A. insubricus*) sont toutes tardives probablement en raison de l'excès d'humidité du sol empêchant ainsi les œufs d'éclore de façon précoce même si la température ambiante est favorable.

De façon générale, le groupe Ghorra - Mekhada dans les trois classes de fréquences (accessoire, régulière et accidentelle) ne présente aucune succession du fait que ces deux stations présentent des conditions climatiques particulières (températures minimales et humidité) pour le développement des espèces acridiennes. Dans les groupes Ghorra-Chtaïba et Chtaïba-Mekhada, les espèces manifestent une succession d'un mois, les acridiens de Chtaïba sont précoces par rapport à ceux stations de la Makhada et d'El-Ghorra.

Les orthoptères sont en effet des insectes exigeants vis-à-vis de la température et ce paramètre constitue pour un nombre élevé d'espèces un facteur essentiel (BELLMANN et LUQUET, 1995 ; BOITIER, 2003).

Chez les insectes, plusieurs auteurs (SOUTHWOOD et al., 1979; BROWN, 1982 ; MAJER, 1989) ont précisé les caractéristiques communes aux espèces appartenant à différentes séries dans une succession. Les espèces pionnières ont un potentiel élevé de dispersion en rapport avec la grande capacité de vol sur de longues distances ou en rapport avec la longueur des ailes, une fécondité élevée, et une résistance à différentes conditions; et les espèces tardives sont avantagées dans leur compétition due à une plus grande taille de leur corps et de leur progéniture. En effet, SIMBERLOFF (1986) et KEMP et al (1990) ont pu prouver que les insectes pionniers (Dermaptera, coléoptère et hémiptère) colonisateurs d'îles sont des espèces volant à de longues distances. En outre, BROWN et SOUTHWOOD, (1983) ont démontré que les insectes pionniers de l'ordre des Heteroptera, Homoptera et les coléoptères, ont des ailes plus longues.

Chez les Caelifères, la position de chaque espèce pendant la succession peut être liée à différentes capacités de dispersion (PICAUD et PETIT, 2007). Plus généralement, dans le cas des Acrididae, des adaptations de mobilité sont liées à la stratégie des insectes à pouvoir s'échapper des prédateurs. Dans les milieux jeunes et ouverts et où la végétation est basse, les insectes peuvent bénéficier d'une capacité de mobilité élevée. En revanche, dans des emplacements plus anciens où la couverture et la taille de la végétation sont plus importantes, les insectes peuvent facilement se cacher, (PICAUD et PETIT, 2007).

Les premières espèces qui s'installent dans un nouveau milieu sont susceptibles de provenir des écosystèmes avoisinants et dépendent des propriétés intrinsèques des espèces elles-mêmes, y compris leur capacité de dispersion et leur potentiel reproducteur.

### V-3- Étude trophique et asymétrie de développement chez les trois espèces acridiennes étudiées

L'impact de l'herbivorie par les orthoptères sur les écosystèmes prairiaux peut être considérable. Une étude menée dans les Alpes suisses (BLUMMER et DIEMER, 1996) a même montré que des peuplements de criquets d'une densité de 12 ind./m<sup>2</sup> consommaient entre 19 et 30% de la production végétale. Seule 3% de cette matière consommée est mobilisée par leur organisme. Les orthoptères jouent donc un rôle très important dans le cycle de la matière organique et favorisent la croissance des végétaux à partir de leurs déjections facilement assimilables.

Les acridiens utilisent une faible part du potentiel offert par l'environnement végétal, leur régime alimentaire varie selon la qualité et l'abondance des plantes. L'abondance dominance de certaines espèces végétales est souvent mise en cause dans la détermination du régime alimentaire des criquets polyphages (LE GALL, 1989). En plus, le choix alimentaire de l'acridien dépend de la constitution chimique des tissus, (CHAPMAN, (1990); BERNAYS et BRIGHT, (1993) ; WILLIAM, (1999). Selon FIELD, (1983); ANTEN et *al.*, (1998), les feuilles sont les parties de la plante les plus appréciées que les tiges, les tissus jeunes sont plus appréciés que les tissus âgés, les tiges et les tissus âgés étant faibles en protéines et difficiles à digérer. En plus, les tissus des derniers bourgeons (partie la plus élevée de la plante) sont de meilleure qualité car ils sont riches en nitrogène (HIROSE et *al.*, 1989; WERGER et HIROSE, 1991).

Le régime alimentaire des trois espèces acridiennes prises en considération par l'analyse des fèces, est variable selon la composition floristique et l'abondance de la plante, malgré que les taux de recouvrement des espèces consommées, ne sont pas toujours importants sur terrain (BLANEY *et al.*, 1985 ; GENDOZ-BENRIMA, 2005), ainsi que la turgescence et la composition en substances chimiques des tissus. La préférence de chaque espèce est en fonction aussi du sexe.

Dans notre cas, nous avons constaté que *Acrotylus patruelis* a un régime monospécifique à base de Poaceae préférentiellement. Selon BRUNETON (1999) , le régime alimentaire des Acridiens est surtout à base de plantes de la famille des Poaceae , à cause de la composition chimique uniforme des graminées et de leur accessibilité (LE GALL, 1989). Par exemple, selon PICAUD *et al.*, (2003), *Chorthippus albomarginatus* tout comme *C. parallelus* et *C. biguttulus* sont des espèces à régime alimentaire purement graminivore. Le choix de l'acridien pour une espèce végétale ne dépend pas uniquement de son recouvrement mais aussi de la composition de la plante en hormones qui permet aux acridiens d'ajuster leur cycle sur celui de la végétation et du climat. Ce phénomène est particulièrement important dans les régions où la photopériode ne varie pas beaucoup (LE GALL, 1989).

Les Juncaceae, Poaceae, Lythraceae, Euphorbiaceae, Chenopodiaceae... qui restent turgescents durant toute la période d'étude constituant ainsi le principal apport alimentaire des acridiens dans le marais.

BONNET *et al.*, (1997), signalent ainsi que la diversité des Juncaceae, Cyperaceae et des Poaceae est particulièrement importante pour la diversité et la densité des espèces orthoptériques.

L'espèce *Calliptamus barbarus* consomme surtout des espèces de la famille des Fabaceae et des Asteraceae avec un nombre important d'espèces appréciées de chaque

famille, en plus il consomme d'autres espèces végétales appartenant à d'autres familles botaniques. *C. barbarus* est une espèce polyphage à dominance de dicotylédones.

CHELLI (2002), mentionne que les femelles de cet acridien sont attirées par des espèces végétales de la famille des Asteraceae alors que les mâles sont attirés par les Poaceae. De même, CHEBOUTI (2001), a trouvé que cet acridien a un régime alimentaire varié, dans la réserve naturelle de Mergueb contrairement à *A. patruelis* qui est plutôt oligophage à dominance graminivore. L'étude du spectre alimentaire de l'espèce *O. c. sulfurescens* dans les deux stations d'altitude (Chtaïba et El Ghorra), montre aussi que cette espèce est polyphage, consommant plusieurs espèces de plantes appartenant à des familles botaniques différentes.

En raisonnant beaucoup plus sur les abondances des différentes espèces des trois stations, on peut émettre l'hypothèse que les espèces graminivores les plus abondantes sont celles où toutes les espèces de graminées sont en proportions équivalentes comme l'a constaté OHABUIKE (1979a) pour des populations plus denses de *L. m. migratorioides*. Selon LE GALL, (1989) et PICAUD, *et al* (2002), la plupart des espèces acridiennes appartenant à la famille des Acrididae ont un régime alimentaire oligophage ou polyphages. Par ailleurs, la prise alimentaire d'une espèce végétale dépend de sa valeur nutritive pour la croissance de l'espèce acridienne, (BERNAYS et CHAPMAN, 1994).

Nos résultats ont montré que les mâles sont plus dissymétriques que les femelles, et la station d'El Ghorra est une station où les individus sont les plus dissymétriques. Ceci confronte les observations de JENTZSCH *et al.*, (2003) qui ont étudié l'asymétrie fluctuante chez le criquet *Chorthippus parallelus* montrant que les hautes altitudes ont un effet significatif sur le stress de développement. Il faut cependant rechercher des conditions plus stressantes pour le développement des stades larvaires.

CLARKE (1992, 1993), par des méthodes simples de mesure d'asymétrie fluctuante de divers insectes, a montré également l'utilité de cet outil comme diagnostic de pollution.

sortie	Melchada 100% (nombreux individus dépassant 20)		Chtaïba 44% (10 individus ou moins)		El Ghorra 71,42% (riverains, plusieurs individus)	
	traces	présence	traces	présence	traces	présence
Jul	-	+	-	-	-	-
Ju2	-	+	+	-	-	-
Jut1	+	+	-	+	+	-
Jut2	-	+	-	-	+	-
Aou1	+	+	-	+	+	-
Aou2	+	+	+	-	+	-
Sep1	+	+	-	-	-	-
Sep2	+	+	-	-	+	-
Oct1	-	+	-	-	-	-

**Tableau 65 : Fréquence de pâturage durant la période de prospection des orthoptères dans les trois stations étudiées.**

En fait, la station la plus accessible au pâturage est celle du marais avec une fréquence de 100%, suivi par la station d'altitude d'El-Ghorra avec 71,42%. La station de Chtaïba est la moins fréquentée (44%) (tableau 65).

Les vertébrés herbivores ont une influence sur les communautés végétales, par conséquent, ils influent sur les communautés d'invertébrés phytophages associées, ainsi les acridiens sont affectés par cette pression (LE GALL, 1989).

En plus de la présence de quelques décharges éparpillées le pâturage bovin surtout, entraîne un piétinement de la végétation vers la fin de la saison estivale où l'espèce *Scirpus*

*holoscoenus* devient très sèche ce qui entraîne sa destruction totale laissant derrière elle le sol nu.

Le sol tassé et appauvri de végétation par le passage fréquent des bétails entraîne une abondance en effectif très faible dans la station du marais comparativement aux deux autres stations

## V-4- Observations personnelles sur la présence des prédateurs dans les stations d'étude.

WILLIAM (1999) mentionne que les prédateurs potentiels des acridiens sont les oiseaux, les mammifères, les reptiles et les araignées. Les orthoptères exploitent des différents microhabitats afin de diminuer la mortalité causée par les prédateurs et l'optimisation de la recherche de la nourriture et les conditions de température favorable à leur développement (PITT, 2000).

Il est utile de mentionner l'abondance de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) et du héron garde-bœuf (*Bubulcus ibis*) dans le marais. Nous avons noté aussi la présence des reptiles sauriens, des rapaces et surtout des araignées dont les toiles sont souvent tissées dans les Scirpes. L'abondance de ces prédateurs peut s'expliquer par la disponibilité de leurs insectes proies en nombre et en biomasse, dont les orthoptères, dans le marais.

La station d'El- Ghorra comprend un nombre considérable de Mantidae et de fourmis surtout. Plusieurs travaux ont montré l'importance des orthoptères dans la chaîne alimentaire, car ils jouent un rôle primordial dans le régime alimentaire des différents animaux : *Cataglyphis bicolor*, (MOULAI et al., 2006), de la pie grièche grise (TAIBI et al., 2007), *Ciconia ciconia* qui est plutôt à tendance acridophage comme envers *Aiolopus strepens* (30% en fréquence) (FELLAG et al., (2004), FILALI et al., 2007), du héron garde bœuf (*Bubulcus ibis*) (BOUKHEMZA et al., 2004 ; SETBEL et al., 2007), des jeunes du moineau espagnol (*Passer hispaniolensis*), qui consomment en plus d'autres orthoptères *Calliptamus sp* (OUELD RABAH et al., 2007).

SI BACHIR et al., (2001) mentionne que chez *Bubulcus ibis*, les orthoptères constituent la base du régime alimentaire de cet Ardeidé, ils sont les plus lourds en terme de biomasse.

Nous avons également observé des individus de faucons crécerelle dans le marais de la Mekhada. En effet, BRAHIMI et al., (2004) et SOUTTOU et al., (2000), mentionnent que le régime alimentaire du faucon crécerelle est à base surtout d'orthoptères (42,9%) selon des observations sur le terrain. Même Goéland leucophaée présent dans cette zone littorale étudiée (*Lanus michahellis*) s'alimente principalement d'orthoptères sont : *C. barbarus*, *A. aegyptium* et *T. pharaonis* selon TALMAT et al., (2004).

FOUCART, (1997) ; LEPLEY, (1994 - 1995) mentionnent que le régime alimentaire du Faucon crécerelle ou la pie grièche méridionale est constitué de plus de 80% d'orthoptères durant la période estivale. Les orthoptères constituent la grande majorité de la biomasse en insecte à cette période de l'année sur la réserve naturelle de Moëze en France. Selon le même auteur, des observations montrent que les limicoles présents (courlis cendrés et courlieux, barges rousses et vanneaux huppés principalement) consomment énormément d'espèces orthoptères suite à la fauche qui augmente fortement l'accessibilité

des proies. Au niveau du marais de la Mekhada, cette prédation est susceptible d'être facilitée par le pâturage de la végétation à partir du mois de juin.

---

# Conclusion générale

Depuis presque trois décennies, différents travaux sur les orthoptères en Algérie ont fait progresser les savoirs sur ces familiers insectes que sont les Orthoptères. Si l'on s'intéresse beaucoup plus aux espèces de locustes grégariaptes, la liste nationale des orthoptères sur laquelle l'on pourrait s'appuyer pour la gestion patrimoniale de la nature n'est pas encore tout à fait établie. Il n'existe par ailleurs aucune publication scientifique qui établisse un bilan du déclin des espèces orthoptériques en Algérie.

Au terme de ce travail, il apparaît qu'un certain nombre de points gagneraient à être approfondis. D'abord, il est évident que les milieux humides du parc National d'El Kala étudiés ici doivent faire l'objet d'une description biocénotique complète, qui comprendrait notamment, la situation et la description précises des stations, leurs implications biogéographiques, leur écologie, leur composition faunistique, la phénologie des espèces et la physionomie du peuplement orthoptérique entre autres les espèces dominantes au fil de la saison.

L'analyse du phénomène d'appauvrissement de l'orthoptérofaune nécessiterait notamment une évaluation de l'incidence de la dégradation anthropozoogène. Du point de vue des espèces, il serait probablement intéressant de chercher à savoir comment s'effectuent les modalités de partage spatio-temporel des ressources. En effet, dans un environnement d'altitude comme dans la station d'El Ghorra où la durée de la saison favorable est réduite par rapport aux zones de plaine et du littoral, il y a une pression de sélection qui engendre des phénologies raccourcies et donc des réponses spécifiques des espèces acridiennes.

Les résultats de ce travail montrent que les Orthoptères sont d'excellents indicateurs, qui réagissent à la complexité de la végétation ou à sa diminution. A ce titre, les Orthoptères sont un excellent matériel biologique de diagnostic des milieux pastoraux où sont mis en place des actions de gestion et de conservation. En outre, s'agissant d'indicateurs à une échelle très fine et d'insectes généralement répandus et abondants, les Orthoptères sont en mesure de renseigner sur l'évolution de leurs biocénoses sur de micro-habitats.

Les résultats synécologiques sur l'orthoptéroécénose du présent travail pourront probablement être vérifiés et utilisés à une échelle géographique plus élargie voire à la région du Parc d'El Kala. Ils pourraient être utilement complétés par une analyse locale des relations Orthoptère/diversité floristique pour apprécier par exemple le rôle des différentes espèces de graminées dans l'ordination du peuplement orthoptérique.

Enfin, que l'on recherche l'importance de la biomasse acridienne ou la préservation d'espèces patrimoniales, il est nécessaire d'étudier la diversité des micro-habitats liés à des gestions différentes.

## Références bibliographiques

- ALLACH F., 2005** – Activité biologique d'un dérégulateur de croissance des insectes : l'héxaflumuron sur la cuticule des larves de *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Orthoptera, Oedipodinae). Thèse, Magister, Ins.Nat.Agr. El-Harrach, Alger, 186 p.
- ANONYME., 1992** – Inventaire de la faune de France (vertébrés et principaux invertébrés), 415 p.
- ANONYME., 2005** – Document d'objectifs de la zone spéciale de conservation « complexe lagunaire decanet – saint - nazaire ».
- ANONYME., 2008** – Administration fédérale admin.ch [www.news.admin.ch](http://www.news.admin.ch)
- ANONYME., 2009** – Criquets, sauterelles et grillons (Orthoptères) - Faune et Flore - Insectes - Date de mise en ligne : Samedi 21 mars 2009, GECNAL du Extrait du GECNAL du Warndt, <http://www.gecnal-du-warndt.org>
- ANTEN, N.P.R., MIYAZAWA, K., HIKOSAKA, K., NAGASHIMA, H. AND HROSE, T. (1998)** – Leaf nitrogen distribution in relation to leaf age and photon flux density in dominant and subordinate plants in dense stands of a dicotyledonous herb. *Oecologia* 113, 314±324.
- AYRAL H., 1969** – Zoologie agricole. BAILLIERE, Paris., 293 p.
- BARATAUD J., 2005** – Orthoptères et milieux littoraux, influence de la gestion des habitats herbacés et enjeux pour la biodiversité sur les ressources trophiques. BTS Gestion des Espaces Naturels. Session 2003 – 2005, 86 p.
- BELHADI A., 2005** – Impact de quelques plantes sur certains paramètres biologiques et physiologiques du criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) en conditions contrôlées. Thèse. Magister. Inst.Nat.Agr. El-Harrach. Alger. 106 pp.
- BELHADJ H., 1995** – Contribution à l'étude bio écologique des orthoptères de Bordj El Kiffan (Alger), Thèse Ing, Inst. Nat. Agro., El-Harrach. 73 p.
- BELLMANN H et LUQUET G. Chr., 1995** – Guides des sauterelles grillons et criquets d'Europe occidentale, Lausanne, Paris : éditions Delachaux et Niestlé, 384 pp.
- BEN TAMER., 1993** – Bio écologie des orthoptères et contribution à l'étude du régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* dans la région de Aïn El Hammam (Tizi Ouzou), Thèse, Ing, Agr, Ins.Nat.Agr, El-Harrach, 71 p.
- BENABBAS S, 1991** – Étude préliminaire du développement ovarien et du régime alimentaire de quelques espèces d'orthoptères. Ing, Sci, Agro, Ins.Nat.Agr. El-Harrach, Alger, 71 p.
- BENDOUB R., 2001** – Contribution à l'étude anatomique et histologique de l'appareil digestif de *Locusta migratoria* (Orthoptera, Oedipodinae), Thèse. Magister. Ins.Nat.Agr. El-Harrach. Alger. 163 p.
- BENFEKIH L et DOUMANDJI-MITICHE B . , 1996** – Importance de la sauterelle marocaine *D. maroccanus* Thunb. au sein d'une population d'Orthoptères de deux

---

milieux anthropisés à Aïn Boucif (Médéa, Algérie). *Med. Faculteit Landbouww. Université de Gand*, 61/3a : 753-759.

- BENFEKIH L., 2006** – Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse doc. I.N.A. El-Harrach Alger, 140 p.
- BENHARZALLAH Net HARRAT A., 2003** – Contribution à l'inventaire de la faune acridienne dans la région de Batna (les Aurès), 5<sup>e</sup> journée d'Acridologie (5 mars 2003), 35 p.
- BENKINANA N et HARRAT A., 2008** – Biodiversité des acridiens et des indices morphométriques du criquet arboricole *Anacridium aegyptium* (Linné, 1764) dans une zone semi aride. Congrès international sur la biodiversité des invertébrés en milieux agricoles et forestiers, Alger du 14 au 17 avril.
- BERLAND L., 1963** – Les insectes et l'homme, que sais - je ? Paris, 67p.
- BERNAYS, E.A. AND BRIGHT, K.L. (1993)** – Mechanisms of dietary mixing in grasshoppers: a review. *Comp. Biochem. Physiol.* 104A, 125-131.
- BETHOUX O. et NEL A., 2001** – Venation pattern of Orthoptera. *Journal of Orthoptera Research* 10 : 195-198.
- BETHOUX O. et NEL A., 2002** – Venation pattern and revision of Orthoptera sensu nov. and sister groups. Phylogeny of Palaeozoic and Mesozoic Orthoptera sensu nov. *Zootaxa* 96 : 1-88.
- BLUMMER, P. et DIEMER, M. 1996** – The occurrence and consequences of grasshoppers herbivory in an alpine grassland, Swiss central Alps. *Arctic and Alpine Research*, 28 (4) : 435-440.
- BOITIER E., 2003** – Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'Orthoptères en montagne auvergnate. Dipl d'étude et de reche. Sci de la vie et de la terre. Univ de Limoges, 87 p.
- BOITIER E., 2008** –   la rencontre des Orthoptères de Corse 3-8 p. *Insectes n à 148 - 2008 (1)*.
- BONNET E, VILKS A, LENAIN JF et PETIT D., 1997** – Analyse temporelle et structurale de la relation orthoptères - végétation. * cologie*, t. 28 (3) 1997 :209-216.
- BORNANCIN B et PUIG G 1981** – Peuple des insectes I, Paris, 32 P,
- BOUACHA B., 2001** – Contribution à l'étude de l'entomofaune de la forêt de Boumezran-A n zana (Soukahras)..ing, agr, phyto, univ, badji mokhtar Annaba, fact, des sci de la terre et des sci agr. TARF. 58 p.
- BOUANANE M R., 1993** – Contribution à l'étude bio écologique et du régime alimentaire de *Dociostaurus maroccanus* dans la région de Sidi Bel Abbas. Ing, Sci, Agro. Ins.Nat.Agr., El-Harrach. Alger. 58 p.
- BOUAZOUNI., 2004** – Projet Régional pour le Développement d'Aires marines et côtières Protégées dans la région de la Méditerranée, (MedMPA)  tude socio-économique du PNEK (Parc National d'El Kala).

- BOUGUessa S, AMRI C et KTIR FZ., 2007** – Bioécologie des espèces acridiennes (orthoptera) rencontrées dans la région de Tébessa, Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière, 8 au 19 Avril 2007.
- BOUKHEMZA M, DOUMANDJI S et VOISIN JF., 2004** – Modalités comparées d'utilisation des ressources trophiques par la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) et l'Héron garde – bœufs (*Bubulcus ibis*) en Kabylie (Algérie). Le 8 mars 2004, VIII<sup>ème</sup> journées d'ornithologie des oiseaux d'intérêt agricole, 49 p.
- BOUROUH S., 2001** – Contribution à l'étude des peuplements d'orthoptères dans le nord est algérien UNIV. BADJI MOKHTAR ANNABA fact des Sci de la terre et des Sci Agr Ing C.U.E.T. Tarf. 62 p.
- BRAHIMI R, BAZIZ B, SOUTTOU K et DOUMANDJI S., 2004** – Étude du régime alimentaire du Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) à partir des observations faites dans le plateau de belfort (El-Harrach). Le 8 mars 2004, VIII<sup>ème</sup> journées d'ornithologie des oiseaux d'intérêt agricole, 49 p.
- BRAHMIA R., 1998** – Contribution à l'étude de l'écologie et de la reproduction de la pie-grièche à tête rousse (*Lanius senator rutilans*) dans la région d'El-Kala. Ing .éco. U. Annaba. 161 P.
- BREDIN D., 1983** – Contribution à l'étude écologique d'*Ardeola ibis* (L) : héron garde bœuf de Camargue par thèse de doc 3<sup>me</sup> cycle, Univ, PAUL SABATIER de Toulouse (sciences).
- BRIKI Y., 1991** – Contribution à l'étude bio écologique des orthoptères dans trois types de station de la région de Dellys. Thèse Magister, Ins. Nat. Agr. El-Harrach, Alger. 187 P.
- BROWN V K., 1982** – The phytophagous insect community and its impact on early successional habitats. In : Visser, J.H., Minks, (Eds.). Proc. 5th Int. Symp. Insect plant relationships. Wageningen, 1982. *Pudoc, Wageningen*, pp. 205-213.
- BROWN V K et SOUTHWOOD T R E., 1983** – Trophic diversity , niche breadth and generation times of exopterygote insects in a secondary succession. *Oecologia* 56, 220-225.
- BRUNETON J., 1999** – Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Techniques et documentation, Paris.
- BUTET A., 1985** – Méthode d'étude du régime alimentaire d'un rongeur polyphage *Apodemus sylvaticus* (L., 1758) par l'analyse microscopique des fèces. *Mammalia* 49 (4) : 445-479.
- CHAOUCH A R., 2009** – Etats phasaires de *Dociosaurus maroccanus* Thunberg, 1815 (Acrididae, Gomphocerinae), effet de deux champignons entomopathogènes, *Beauveria bassiana* (Balsamo) et *Metarhizium anisopliae* var. *acridium* sur quelques paramètres biophysiologicals. Thèse magister, Ins.Nat.Agr. El-Harrach, 114 p.
- CHAPMAN, R.F. (1990** – Food selection. In R.F. Chapman and A. Joern (eds) Biology of Grass-hoppers, John Wiley et Sons, New York, pp. 39±72.
- CHARA B., 1987** – Étude comparée de la bioécologie de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) et de *Calliptamus wattenwyllianus* (Plentel, 1896) (Orthoptera, Acrididae) dans l'ouest algérien. Thèse Doc. Ing. Univ. Aix-Marseille, 190 p.

- CHEBOUTI., 2001** –Bio écologie des orthoptères dans 3 stations de la réserve naturelle de Mergheb, M'sila, Thèse Magister, Ins Nat Agr, El-Harrach, 105 p.
- CHELLI A., 2002** – Étude du régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* dans deux stations à Ouarguenoun (Tizi-ouzou). 5<sup>e</sup> journée d'Acridologie (5 mars 2003), 35 p.
- CHINERY M, HARRIS P et HUGHES D., 1983** – Les prédateurs et leurs proies. Paris, 224 p.
- CHOPARD L., 1943** –Faune de l'empire français I, orthoptéroïdes de l'Afrique du nord. Paris (Librairie Larose). 450 P.
- CLARKE G.M., 1992**– Fluctuating asymmetry: a technique for measuring developmental stress of genetic and environmental origin. *Acta Zool. Fennica* 191 :31-35.
- CLARKE G.M., 1993** – Patterns of developmental stability of *Chrysopa perla* L. (Neuroptera : Chrysopidae) in response to environmental pollution. *Environmental Entomology* 22 : 1362-1366.
- D.S.A., 1993** – Étude de développement des zones montagneuses de la wilaya d'El-Tarf. Rapport n° :2 , programme de développement, 142 p.
- DAJOZ R., 1975** –Précis d'écologie, Paris, Gauthier-Villars, 549 p.
- DAJOZ.R., 1998** –Les insectes et la forêt. Tec et Doc éd. 594 p.
- DAMARDJI A et CHEIKH MOULOUD D., 2004** – Diversité et approche écologique des orthoptéroïdes dans l'extrême ouest du littoral Algérien. Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière du 8 au 10 Avril 2007. 225 p.
- DIRSH V M, 1965** –The African genera of Acridoidae. Antilocust Research Centre, Cambridge, University Press, London.
- DJEDDI A., 2004** – Contribution à l'étude de l'entomofaune d'une subéraie humide dans la région d'el-Kala (PNEK).Ing, Phyto,Agr,C.U.E.T. Tarf. 82 p.
- DJELLALI H., 2005** – Étude du régime alimentaire et du rythme d'activité de l'Acanthodactyle vulgaire- *Acanthodactylus erythrurus* (Schinz 1835) au niveau du PNEK. ing.eco anl. Fac des sci .dpt de biologie. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.
- DORST J., 1993** – Guide des rapaces diurnes. Europe, Afrique du nord, Proche Orient. Délachaux et Niestlé, CH-1000 LAUSANNE, 383 P.
- DOUMANDJI MITICHE et DOUMANDJI., 1994** – Criquets et sauterelles (Acridologie). Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 99 p.
- DOUMANDJI SE et DOUMANDJI-MITICHE B., 1991** – Comparaison écologique entre plusieurs peuplements d'orthoptères de la région de Lakhdaria (Algérie). 1075-1082. Med.Fac. landbonww. Rijksuniv.Gent, 56/3b ;
- DOUMANDJI SE et DOUMANDJI MITICHE B., 1994** – Ornithologie appliquée à l'agronomie et à la sylviculture.OPU,124 p.
- D.P.A.T** –Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire.
- DURANTON JF, LAUNOIS M, LAUNOIS-LUONG MH et LECOQ M., 1982** –Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche (2 vols). Groupement d'Étude et des

Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale (G.E.R.D.A.T.), Paris 1496 p.

**DUSOULIER F et PERROTIN B., 2001** – Premier inventaire des Orthoptères. *Le naturaliste vendéen N° 1, 2001 : 9 – 18*

**EVANS EW., 1988** – Grasshopper (Insecta :Orthoptera : Acrididae) assemblages of tallgrass prairie : influences of fire frequency, topography and vegetation. *Canadian journal of zoology, 66 : 1495-1501.*

**FELLAG M, BOUKHEMZA M et DOUMANDJI S., 2004** – Écologie trophique des poussins de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) dans la vallée de Sébaou (grande Kabylie). Le 8 mars 2004, VIII<sup>ème</sup> journées d'ornithologie des oiseaux d'intérêt agricole, 49 p.

**FELLAOUINE R., 1989** – Bio écologie des orthoptères de la région de Sétif. Thèse Magister, I.N.A., El-Harrach. 87 P.

**FIELD, C. (1983)** – Allocating leaf nitrogen for the maximization of carbon gain: leaf age as a control on the allocation program. *Oecologia 56, 341±347.*

**FILALI A et DOUMANDJI S** – Recensement et régime alimentaire de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) (Linné, 1758) (Aves, Ciconiiforme) de la région d'Azzaba (Skikda, nord-est Algérie). Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière du 8 au 10 Avril 2007. 225 P.

**FOUCART A., (1997)** – FOUCCART, A. 1997. Inventaire et dynamique annuelle du peuplement acridien de la plaine de la Crau sèche (Bouches-du-Rhône, France) (Orthoptera, Acridoidea). *Bulletin de la Société entomologique de France. 102 (1) : 77-87.*

**FRONTIER S et PICHOD-VIALE D., 1998** – Écosystèmes. Structure. Fonctionnement. Evolution. Dunod, Paris, 447 p.

**GADOUM F., 1997** – Contribution à l'étude bio écologique des orthoptères de la région de Tizi Rached (Tizi Ouzou). Thèse. Ing Ins.Nat.Agr., El-Harrach. 84 p.

**GOUNOT M., 1969** – Méthodes d'étude quantitative de la végétation. MASSON et C<sup>ie</sup>. Ed 120, BOULEVAR SAINT-GERMAIN, Paris, 314 p.

**GREATHED P., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M. H. et POPOV G.B., 1992** – Les ennemis naturels des croquets du Sahel. Coll. Acrid. Operat. no 5, Ed. CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 147 p.

**GUENDOZ-BENRIMA A., 1993** – Bio écologie et régime alimentaire des espèces d'orthoptères rencontrées dans deux stations d'étude situées en Mitidja. Étude histologique et anatomique du tube digestif de *Doclostaurus jagoi jagoi* (Soltani, 1978). Thèse Magister, Inst. Nat. Agro. (El-Harrach). 193 P.

**GUENDOZ-BENRIMA A., 2005** – Écophysiologie et biogéographie du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans le Sud algérien. Thèse doct. Ins.Nat.Agr. El-Harrach Alger 195 p.

**HACINI S., 1992** – Étude du développement ovarien des orthoptères et en particulier du *Callipamus barbarus* sur le littoral oriental algérois. Ing, Sci, Agro, Ins.Nat.Agr. El-Harrach. 87 P.

- HAMADACHE, 1992.**, Place des orthoptères en milieu agricole dans le régime alimentaire de l'Héron garde bœuf à Draa El Mizan, grande Kabylie (Algérie). Med.Fac. Landbouww. Univ. Gent, 57/3a.
- HAMMER et HARPER., 2001** – Hammer, D.A.T. Harper, P.D Ryan, Past palaeontological, statistics software package for education and data analysis, palaeont. Electron.4 (1) (2001) 9, [http:// palaeo electronica.org/](http://palaeo.electronica.org/) 2001 – 1 / Past / issue – 01. Htm.
- HANSKI, I. 1982.** Dynamics of régionale distribution : the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38 :210-221.
- HARDERSEN S. et FRAMPTON C.M., 1999** – Effects of short term pollution on the level of fluctuating asymmetry - a case of study using damselflies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92 : 1-7.
- HARRAT A., 2004** – Approche écologique des orthoptères de 3 stations situées dans la région d'El-Tarf. Ing, Agr , C.U.E.T. Tarf. 74 p.
- HIROSE, T., WERGER, M.J.A. AND VAN RHEENEN, J.W.A. (1989)** – Canopy development and leaf nitrogen distribution in a stand of *Carex acutiformis*. *Ecology* 70, 1610±1618.
- HOUE H et CHANTON R., 1978** – Zoologie invertébrés, Doin ed 8, Place de l'Odéon, Paris, 742 p.
- JENTZSCH A., KÖHLER G. et SCHUMACHER J., 2003** – Environmental stress and fluctuating asymmetry in the grasshopper *Chorthippus parallelus* (Acrididae: Gomphocerinae). *Zoology* 106 (2) : 117-125.
- KAMP W P, HARVEY S J et O'NEILL K M., 1990** – Patterns of vegetation and grasshopper community composition. *Oecologia*. 83 : 299-308.
- KHERBOUCHE Y., 2003** – Contribution à l'étude bio systématique des orthoptères dans la région d'Akbou. Ins.Nat.Agr. 79 p.
- KHIDER B., 1994** – Contribution à l'étude bio écologique des orthoptères et du régime alimentaire de *Doclostaurus maroccanus* dans la région de Sidi Bel Abbas. Ins.Nat.Agr. El-Harrach, Alger. Thèse Ing, 72 p.
- KHOUDOUR A M., 1994** – Bio écologie des orthoptères dans 3 stations d'étude de la région de Bordj Bou Arreridj. Thèse Magis, Ins Nat Agr, El-Harrach, Alger, 105 p.
- KISBENEDEK T, 1997**–How do Orthopteran Communities Indicate the Effect of a Prolonged Disturbance to the Wet Grasslands ? Poster 49
- KLINGENBERG C.P. et MCINTYRE G.S., 1988** – Geometric morphometrics of developmental instability: Analyzing patterns of fluctuating asymmetry with procrustes methods. *Evolution* 52 (5) : 1363–1375.
- LAMBERT M., 1980** – Lanouvelle encyclopédie des animaux, Lausanne 21, Paris, 350 p.
- LAMOTTE M et BOURLIERE F, 1969** – Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. MASSON ET C<sup>ie</sup> EDITEURS 120, bd St-Germain, Paris, 302 p.

- LAZAR M., 2005** – Zones de reproduction potentielles du criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*). Thèse. Magister. Sci. Agr. Ins.Nat.Agr. El-Harrach Alger. 67 p.
- LAZLI A., 2003** – Contribution à l'étude de deux populations de mésanges bleues (*Parus caeruleus ultramarinus*) qui nichent dans deux habitats du nord-est Algérien ; structure du régime alimentaire et effet de la manipulation des nichées sur les paramètres morphologiques et hématologiques des poussins. Magis U. Annaba. 63 P.
- LE GALL PH., 1989** – Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). *Bull. Ecol., t. 20, 3, p. 245-261.*
- LE GARFF B., 1991** – Les amphibiens et les reptiles dans leur milieu. Lausanne 2, Paris, 243 p.
- LECHLAH N., 2002** – Contribution à l'étude bio écologique et du régime alimentaire d'*Ochridia tibialis* et de *Pyrgomorpha congnata* dans la région de Guémar (El Oued), Magis, Sci Agr, Ins.Nat.Agr. El-Harrach ; Alger. 128 p.
- LEPLEY M., 1994**– Alimentation et reproduction de la Pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* en Crau sèche. Rapport pour le programme ACE Crau, F4.
- LEPLEY M., 1994** –Participation à l'étude du régime alimentaire du Faucon crécerellette *Falco naumanni* Plaine de Crau. Rapport pour le programme ACE Crau, F3.
- LOUVEAUX A, BEN HALIMA T., 1987** – Catalogue des Orthoptères Acridoidea d'Afrique du nord-ouest. *Bul. Soc. Eit. France, 91 : 73-88.*
- LOUVEAUX A, MOUHIM A, ROUX G, GILLON Y et BARRAL H., 1996** - Influence du pastoralisme sur les populations acridiennes dans le massif du Siroua (Maroc), *Rev. Ecol. (Terre Vie), vol. 51, 1996.*
- MAJER J D., 1989** – Animals in primary succession. The role of fauna in reclaimed lands. Cambridge university press, 205 p.
- MAUREL H, 2008**– Premier inventaire des orthoptères de la « collection systématique » du laboratoire de zoologie de l'Ins Nat Agr d'El-Harrach (Algérie) (Ensifera, Caelifera). Matériaux orthoptériques et entomologiques, 13,2008 :33-42.
- MESTRE J., 1988** –Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'ouest, Ed. PRIFAS, Acrid. Oper. Ecof. Enter., Montpellier,331 p.
- MEZREB D., 1993** – Bio écologie des orthoptères et contribution à l'étude du régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* (Tizi Ouzou), Ing, Sci Agr, Ins.Nat.Agr. El-Harrach Alger. 104 p.
- MOALI-GRINE N., 1994** –Écologie et biologie des populations de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) en Algérie : effectif, distribution et reproduction. magist, biologie U.Tizi Ouazou.
- MOHAMEDI A M., 1996** –Bio écologie des orthoptères dans trois types de station de la région de Chlef, Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach. 192 p.
- MOHAND-KACI et DOUMANDJI-MITICHE B., 2002** – Étude de la faune orthoptérologique du Blé tendre en Mitidja orientale. 5<sup>e</sup> journée d'Acridologie (5 mars 2003), 35 p.

- MOULAI R, MAUCHE A et MADOURI K., 2006** – Données sur le régime alimentaire de *Cataglyphis bicolor* (Hymenoptera Formicidae) dans la région de Bejaia (Algérie). *L'Entomologiste*, tome 62, n° 1-2 : 37 – 44.
- OHABUIKÉ J.E., 1979a** – The effects of selected food plants on growth and maturity of *Locusta migratoria migratorioides* (R. et F.). *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 88 : 245-261.
- OUELD RABAH I, ALIARROUS S, DOUMANDJI S et GUEZOUL O., 2007** – Première note sur le régime alimentaire des jeunes moineaux espagnol (*Passer hispaniolensis*), dans une oliveraie à Chlef. Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière du 8 au 10 Avril 2007. 225 p.
- OUELD TALEB M H., 1991** – Étude bio écologique des orthoptères de quelques stations en Mauritanie. Ing, Sci Agro, inst natio Agro El-Harrach, Alger, 104 p.
- OUTTAR F., 2006** – Effet de deux entomopathogènes, *Beauveria bassiana* Bals et *Métarhizium anisopliae* var. *acridium* Metch (Hyphomycètes, Deuteromycotin) sur l'état embryonnaire du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae), Ing, Sci, Agro, Ins.Nat.Agr. El-Harrach, Alger. 102 P.
- OUTTAR F., 2009** – Utilisation de quelques biopesticides sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Acrididae, Oedipodinae), Thèse magister, I.N.A. El-Harrach, 203 p.
- PETIT D, 2005** – Données récentes sur la phylogénie moléculaire des Acrididae, spécialement les oedipodinae et les gomphocerinae. *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 10, 2005 : 7-18
- PETIT D, PICAUD F et ELGHADRAOUI L., 2006** – Géométrie morphologique des ailes des Acrididae (Orthoptera : Caelifera) : sexe, stridulation, caractère. *Ann. soc. Entomol. Fr. (n.s.)*, 2006, 42 (1) : 63-73.
- PICAUD F, GLOAGUEN V et PETIT D., 2002** – Mechanistic Aspects to Feeding Preferences in *Chorthippus binotatus* (Acrididae, Gomphocerinae), *Journal of Insect Behavior*, Vol. 15, No. 4, July 2002. PLANT-INSECT INTERACTIONS.
- PICAUD F, BONNET E, GLOAGUEN V et PETIT D., 2003** – Decision Making for Food Choice by Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae): Comparison Between a Specialist Species on a Shrubby Legume and Three Graminivorous Species. *Environ. Entomol.* 32(3): 680-688 (2003)
- PICAUD F et PETIT D., 2007** – Primary succession of Acrididae (Orthoptera) : Différences in displacement capacities in early and late colonizers of new habitats. *Acta ecologica* 32 : 59-66.
- PITT, 2000** – Effects of multiple vertebrate predators on grasshopper habitat selection: trade-offs due to predation risk, foraging, and thermoregulation. *Evolutionary Ecology* 13: 499-515, 2000).
- POPOV G.B et al ., 1996** – Quelques effets de la sécheresse sahélienne sur la dynamique des populations acridiennes. *Sécheresse*, n°2, vol. 7, 91-97.
- QUEZEL, 1957** – Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du nord. « Essai de synthèse biogéographique et phytosociologique ». 463 p.

- QUEZEL P. et SANTA, 1962-1963** –Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS Ed. Paris, 1170 p.
- RAMADE, 1984** –Éléments d'écologie, écologie fondamentale, Paris, Mc Graw Hill, 397 p.
- ROHLF F.J., 2005-** TPS-RelW, relative warps vers. 1.42. Logiciel et manuel à l'adresse URL <http://life.bio.sunysb.edu/morph/morphnet/tpsrelww32.exe>.
- SAIFOUNI A., 2005** –Étude de Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*L., 1758) espèce protégée en Algérie : dénombrement national des effectifs nicheurs, approche d'un plan de gestion et écologie dans la W. d'El Tarf, ing, agr, Ins Nat Agr. 243 p.
- SARDET E et DEFAUT B., 2004** – Liste rouge des Orthoptères menacés du Limousin , les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 9 : 125-137.
- SARI D, 2002** – Étude de la végétation du PNEK, forêt domaniale de Djebel El-Ghorra (Algérie) phytosociologie et proposition d'aménagement, thèse de magis, Univ Farhat Abbas Sétif, biologie végétale, 119 p.
- SEDDIK., 1994** – Développement ovarien et charge alaire du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk. 1775) du criquet migrateur *Locusta migratoria cinerascens* (Bonnet et Finot, 1889) (Orthoptera, Acrididae) dans la région d'Adrar. Thèse Ing, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 141 p.
- SELTZER., 1946** –Leclimat de l'Algérie. 219 P.
- SETBEL S, DOUMANDJI S et VOISIN C., 2007** – Comportement trophique de l'Héron garde – bœuf (*Bubulcus ibis*) (Linné, 1758) (Aves, Ardeidae) dans la région de Hadjout : comparaison avec les disponibilité alimentaire. Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière du 8 au 10 Avril 2007. 225 P.
- SI BACHIR A, HAFNER H, TOURENQ J N, DOUMANDJI S D et LEK S., 2001** – diet of adult cattle egrets *bubulcus ibis* in a new north african colony (soummam, kabylie, algeria): taxonomic composition and seasonal variability. *Ardeola* 48 (2), 2001, 217-223 pp.
- SIMBERLOFF D., 1986** – Island biogeographic theory and integrated pest mangement, pp. 19-35. In M. Kogan (ed), ecological theory and integrated pest mangement practice. Wiley, New York.
- SINABRUNN., 1994.** Guide des abeilles, bourdons, guêpes et fourmis d'Europe. Lausanne, Paris : éditions Delachaux et Niestlé,
- SOBHI Z., 2003** –Rapport entre facteurs du milieu et risques de danger d'incendie « cas de la forêt d'Oum Teboul, secteur oriental du PNEK, El-Tarf », thèse ing sci agr CUET. 25-32 p.
- SOFRANE Z et HARRAT A., 2007** – Contribution à l'inventaire et l'étude du peuplement acridien dans la région de Sétif ; Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière, 8 au 19 Avril 2007.
- SOUTHWOOD T R E, BROWN V K et READER P M., 1979** – The relationships of plant and insect diversities in succession. *Biol.J. Linn. Soc.* 12. pp 327-348. **139-**

- 
- SOUTTOU K, BAZIZ B, DOUMANDJI S, BRAHIMI R et DENYS CH., 2000** – Place des insectes dans le régime trophique du Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) en milieu suburbain à El Harrach (Algérie). *L'Entomologiste*. 2004, 60 (4) : 229-235.
- TAIBI A, BEN DJOUDI D, DOUMANDJI S, GUEZOUL O, SOUTTOU K, SEKOUR M et MANAA A., 2007** – Première données sur l'étude de la fragmentation des insectes – proies de la pie grièche grise (*Lanius meridionalis*) en Mitidja. Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière du 8 au 10 Avril 2007. 225 P.
- TALMAT N, BAZIZ B et DOUMANDJI S ., 2004** – Régime alimentaire du Goéland leucophée (*Lanus michahellis*, Naumann, 1840, Aves, Laridae) à Tizirt (Tizi – ousou). Revu d'ornithologie Algérienne (Review of Algerian ornithology), 42 p.
- TOUATI M., 1992** – Contribution à l'étude du régime alimentaire des orthoptères en particulier du genre *Calliptamus* dans le littoral oriental algérois, étude du tube digestif d'*Aiolopus strepens*. Ing, Sci Agr ; Ins.Nat.Agr. El-Harrach, Alger.102 p.
- WERGER, M.J.A. AND HIROSE, T. (1991)** – Leaf nitrogen distribution and whole canopy photosynthetic carbon gain in herbaceous stands. *Vegetatio* 97, 11±20.
- WILLIAM C., 1999** – Effects of multiple vertebrate predators on grasshopper habitat selection: trade-offs due to predation risk, foraging, and thermoregulation. *Evolutionary Ecology* 13 : 499 – 515, 1999. 2000 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- ZERGOUN Y., 1994** – Bio écologie des orthoptères dans la région de Ghardaïa, régime alimentaire d'*Acrotylus patruelis*, Thèse ing, Sci Agr, I.N.A. El-Harrach, Alger. 110 P.

# Annexe



PETIT, 2005, CHOPARD, 1943.