



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour -Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم البيولوجية
Département des sciences Biologiques



THESE

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat de troisième cycle

(D-LMD)

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie Animale

Thème :

Interactions écologiques faune-habitats dans les régions semi-arides. Cas des Formicidae de la région de Djelfa

Par M. KHADOUMI Amar

Soutenu devant le jury :

Président:	M. SOUTTOU Karim	Professeur (Univ. Djelfa)
Directrice de thèse :	M ^{me} . GUERZOU Ahlem	Professeur (Univ. Djelfa)
Co- directrice de thèse :	M ^{me} . BOUZEKRI Madiha Ahlam	MCB (Univ. Djelfa)
Examineurs :	M. AIT BELKACEM Abdelkrim	Professeur (Univ. Djelfa)
	M ^{me} . ADAMOU-DJERBAOUI Malika	Professeur (Univ. Tiaret)
	M ^{me} . BOUSMAHA Fatma	MCA (Univ. Tiaret)

Soutenu le : 15/02/2023

Remerciements

Avant tout, je remercie « ALLAH », tout puissant, de m'avoir donné la volonté, le courage et la patience de mener à terme ce présent travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Madame GUERZOU Ahlem, Professeur à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Djelfa, pour avoir accepté de diriger ce travail.

Je remercie ma co-promotrice Madame BOUZEKRI Madiha Ahlam, Maître de conférences (B) à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Djelfa, pour avoir accepté de co-diriger cette thèse, son aide pour l'achèvement de ce travail notamment pour l'identification des espèces.

Je remercie également Monsieur SOUTTOU Karim, Professeur à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Djelfa, pour l'honneur qu'il m'a fait de présider le jury. Qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Mes remerciements vont à M. AIT BELKACEM Abdelkrim, Professeur à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Djelfa et aux Mesdames ADAMOU-DJERBAOUI Malika, Professeur et BOUSMAHA Fatma Maître de conférences (A) à la Faculté des Sciences de la Vie et de la Nature de l'Université d'Ibn Khaldoun d'avoir accepté juger ce travail.

Je tiens à remercier tout particulièrement:

Mr. BELHOUADJEB F. A., Mr. DAOUDI B., Mr. BOUMEKHLEB A., Mr. NAFTI M., Mr. RAHMOUNE K., pour leurs aides et encouragements tout au long la période de travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à.....

Ma mère, mon père, mes frères et mes sœurs,

Ma chère épouse et mes chers enfants,

Toute ma famille,

Mes chers amis,

Tous ceux qui me portent dans leurs cœurs.

AMAR

Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	02
Chapitre 1 - Présentation de la région de Djelfa	
1.1. Situation de la région de Djelfa.....	06
1.2. Relief.....	07
1.3. Caractéristiques édaphiques de la région de Djelfa.....	07
1.4. Caractéristiques climatiques de la région de Djelfa.....	07
1.4.1. Température.....	08
1.4.2. Précipitations.....	08
1.4.3. Vent.....	09
1.4.4. Synthèse climatique.....	09
1.4.4.1. Diagramme ombrothémique de Gaussen.....	09
1.4.4.2. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	11
1.5. Diversité floristique et faunistique de la région de Djelfa.....	13
1.5.1. Diversité floristique de la région de Djelfa.....	13
1.5.2. Diversité faunistique de la région de Djelfa.....	14
Chapitre 2- Matériel et méthodes	
2.1. Choix et description des stations d'étude.....	18
2.1.1. Station d'El- Mesrane.....	18
2.1.2. Station du Cordon Dunaire.....	20
2.1.3. Station d'Ezguiegue.....	20
2.1.4. Station de Rocher de sel Hadjer-Elmelh.....	20
2.1.5. Station de Mezreb-Elali.....	23
2.1.6. Station de El-Maalba.....	23
2.1.7. Station d'Aliliga.....	23
2.2. Méthode d'échantillonnage de fourmis.....	26
2.2.1. Description de la méthode des pots Barber.....	26

2.2.2. Avantages de la méthode des pots Barber.....	26
2.2.3. Inconvénients de la méthode des pots Barber.....	26
2.3. Méthodes utilisées au laboratoire.....	28
2.3.1. Tri et séparation des espèces.....	28
2.3.2. Critères d'identification des Formicidae et description morphologique de quelques espèces.....	29
2.4. Exploitation des résultats.....	31
2.4.1. Qualité de l'échantillonnage.....	31
2.4.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques.....	32
2.4.2. 1. Indices écologiques de composition.....	32
2.4.2.1.1. Richesse totale (S)	32
2.4.2.1.2. Richesse moyenne (Sm)	32
2.4.2.1.3. Fréquence centésimale ou l'abondance relative (AR%).....	32
2.4.2.1.4. Fréquence d'occurrence (FO%).....	32
2.4.2. 2. Indices écologiques de structure.....	33
2.4.2.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	33
2.4.2.2.2. Diversité maximale H'max.....	33
2.4.2.2.3. Indice d'équirépartition ou l'équitabilité (E)	33
2.4.3. Indice de Sorensen (Cs)	34
2.4.4. Exploitation des résultats par les analyses statistiques.....	34

Chapitre 3- Résultats

3.1. Liste systématique des espèces fourmis trouvées dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa.....	36
3.2. Qualité d'échantillonnage.....	37
3.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	37
3.3.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition.....	37
3.3.1.1. Richesses totale S et moyennes Sm.....	38
3.3.1.2. Abondance relative des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa.....	40
3.3.1.3. Fréquence d'occurrence des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa.....	50

3.3.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure.....	56
3.3.2.1. Indice de Shannon- Weaver des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa.....	56
3.3.2.2. Indice d'équitabilité des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa.....	58
3.4. Similarité de la richesse myrmécofaune entre les sept formations végétales par l'indice de Sorensen (Cs)	58
3.5. Résultats des analyses statistiques.....	59
Chapitre 4 - Discussion des résultats	
4.1. Discussion des résultats de la richesse totale.....	62
4.2. Discussion des résultats de l'abondance relative des formicidés.....	63
4.3. Discussion des fréquences d'occurrence des formicidés.....	65
4.4. Discussion des résultats de l'indice de diversité de shannon Weaver et l'Equitabilité des formicidés.....	66
4.5. Discussion de coefficient de similarité de Sorensen (CS)	67
4.6. Discussion des analyses statistiques	68
Conclusion.....	70
Références bibliographiques.....	75
Résumés	

Liste des abréviations

ACM: Analyse des correspondances multiples.

ACP: Analyse en Composantes Principales.

AFC: Analyse factorielle des correspondances.

ANOVA: Analyse de la Variance.

AR: Abondance relative.

Cs: Indice de similarité.

E: Equitabilité.

FO: Fréquence d'occurrence.

H': Indice de diversité Shannon et Weaver.

H'max: Diversité maximale.

Ha: Hectare.

Km: Kilomètre.

maxima: Maximal.

minima: Minimal.

Moy.Vit.Vent: Vitesse moyenne des vents.

Moy: Moyen.

N: Nord.

O.N.M: Office National Métrologique.

P: Précipitations mensuelles.

Q 2: Quotient pluviothermique d'Emberger en mm/°C.

S: Richesse totale.

S: Sud.

S'm: Richesse moyennemensuelle.

S1: El- Mesrane.

S2: Cordon-Dunaire.

S3: Ezguieque.

S4: Hadjer-Elmeleh.

S5: Mezreb-Elali.

S6: El-Maalba.

S7: Aliliga.

Sm: Richesse moyenne.

W: Ouest.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyennes des températures mensuelles maxima et minima de la région de Djelfa (2020).....	08
Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Djelfa (2020).....	08
Tableau 3 : Vitesses moyenne mensuelles du vent de la région de Djelfa (2020).....	09
Tableau 4 : Liste des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa en 2020.....	36
Tableau 5 : Valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces de fourmis échantillonnées dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa en 2020.....	37
Tableau 6 : Richesses totale et moyennes des espèces de fourmis récoltées dans les différentes formations végétales dans la région de Djelfa en 2020.....	38
Tableau 7 : Abondances relatives des espèces de fourmis récoltées dans les différentes formations végétales dans la région de Djelfa en 2020.....	40
Tableau 8 : Fréquences d'occurrence des espèces de fourmis récoltées dans les différentes formations végétales dans la région de Djelfa en 2020.....	50
Tableau 9 : Indices de Shannon-Weaver H' et d'équitabilité E dans les différentes formations végétales de la région de Djelfa en 2020.....	56
Tableau 10 : Indice de similarité de Sorensen calculé entre les sept stations d'étude en 2020...	58

Liste des figures

Fig. 1 - Situation géographique de la région de Djelfa (Réalisé par ArcGIS).....	06
Fig. 2 - Digramme ombrothermique de la région de Djelfa (2020).....	10
Fig. 3 - Climagramme d'Emberger de la région de Djelfa (1990-2020).....	12
Fig. 4 - Situation géographique des sept stations d'étude dans la région de Djelfa (Réalisé par ArcGIS).....	19
Fig. 5 - Vue générale de la station d'El- Mesrane (Originale).....	19
Fig. 6 - Vue générale de la station du Cordon Dunaire (Originale).....	21
Fig. 7 - Vue générale de la station d'Ezguiegue (Originale).....	21
Fig. 8 - Vue générale de la station de Hadjer – Elmelh (Originale).....	22
Fig. 9 - Vue générale de la station de Mezreb-Elali (Originale).....	23
Fig. 10 - Vue générale de la station d'El Maalba (Originale).....	23
Fig. 11 - Vue générale de la station d'Aliliga (Originale).....	25
Fig. 12 - Un pot de Barber installé dans la steppe à <i>Stipa tenacissima</i> (Originale).....	27
Fig. 13 - Tri et identification des fourmis au laboratoire (Originale).....	28
Fig. 14 - Pétiole chez les Myrmicinae.....	30
Fig. 15 - Pétiole chez les Formicinae.....	30
Fig. 16 - Pétiole chez les Dolichoderinae.....	30
Fig. 17 - Richesse totale des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations.....	39
Fig. 18 - Variations mensuelles des richesses de fourmis récoltées dans les sept stations	39
Fig. 19 - Abondances relatives (AR%) des fourmis associées à <i>Atriplex halimus</i>	41
Fig. 20 - <i>Messor medioruber</i> (Originale).....	42
Fig. 21 - <i>Cataglyphis bicolor</i> (Originale).....	42
Fig. 22 - Abondances relatives (AR%) des fourmis associées à <i>Retama retam</i>	44
Fig. 23 - <i>Messor barbarus</i> (Originale).....	45
Fig. 24 - <i>Messor arenarius</i> (Originale).....	45
Fig. 25 - Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à <i>Salsola vermiculata</i>	46
Fig. 26 - <i>Monomorrium salomonis</i> (Originale).....	46
Fig. 27 - Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à <i>Lygeums partum</i>	47
Fig. 28 - Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à <i>Pinus halepensis</i>	47
Fig. 29 - Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à <i>Artemisia herba alba</i>	48
Fig. 30 - Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à <i>Stipa tenacissima</i>	48
Fig. 31 - <i>Crematogaster laestrygon</i> (Originale).....	49

Fig. 32 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à <i>Atriplex halimus</i>	51
Fig. 33 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à <i>Retama retam</i>	53
Fig. 34 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à <i>Salsola vermiculata</i>	53
Fig. 35 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à <i>Lygeum spartum</i>	54
Fig. 36 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à <i>Pinus halepensis</i>	54
Fig. 37 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à <i>Artemisia herba alba</i>	55
Fig. 38 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à <i>Stipa tenacissima</i>	57
Fig. 39 - Analyse des correspondances multiples (ACM).....	60

Introduction

Introduction

Introduction

Les fourmis (Arthropoda, Hymenoptera) sont parmi les insectes sociaux les plus nombreux de la planète (Cundy et Shin, 2017). Près de 9000 espèces réparties en 300 genres environ se rencontrent dans la plupart des milieux (dunes, garrigues, prairies, champs cultivés, forêts, agglomérations humaines) (Della Santa, 1995). Elles sont présentes depuis le cercle polaire jusqu'aux forêts équatoriales, en passant par les déserts les plus arides (Passera et Aron, 2005). Les communautés de fourmis, de par leur biomasse et leur diversité spécifique, jouent un rôle fondamental au sein des écosystèmes terrestres et constituant des composantes essentielles pour leur fonctionnement (Dieng et *al.*, 2019). Au cours de leur évolution, les fourmis ont noué d'étroites interactions avec de nombreux organismes végétaux et animaux (Passera et Aron, 2005). Au sein d'un même écosystème, il existe de multiples relations écologiques s'établissant entre les individus d'une même espèce ou de différentes espèces (Dajoz, 1975). En fonction des espèces de fourmis et en fonction de type d'habitat, ces relations sont souvent de type trophique (Beaux et *al.*, 2020).

A l'échelle mondiale, plusieurs études sont faites sur la bioécologie, la systématique des fourmis et l'interaction entre les fourmis et leurs environnements en particulier avec les plantes. Parmi les quels les travaux de Wheeler (1907) sur les fourmis des régions arides, de Santschi (1917, 1923, 1925, 1929, 1932) qui s'intéressent à la systématique des fourmis paléarctiques et les fourmis du Sahara, de Bernard (1945,1950) sur les fourmis d'Europe occidentale et septentrionale, de Retana et *al.* (1987) sur l'écologie de fourmis néectarivores de la savane espagnole, de Della Santa (1995) et de Corbara et *al.* (1999) en Amérique tropicale, de Delabie et *al.* (2001) qui décrivent trois nouvelles espèces au Brésil, de Retana et Cerdá (2000) et Cerdá et *al.* (2009) en Espagne, de Paknia et Pfeiffer (2011) sur la diversité de fourmis dans la steppe aride Iranienne, de Blight et *al.* (2014) sur la domination concurrentielle dans l'organisation des communautés de fourmis méditerranéennes, de Elkeroumi et *al.* (2012) dans la forêt d'arganiers au Maroc, de Heatwole et Muir (1989) à la steppe présaharienne de Tunisie sont à citer.

En Algérie, l'interaction entre les fourmis et leur environnement a fait l'objet de plusieurs études. Il s'agit notamment des anciens travaux de Bernard (1954) particulièrement dans les monts de Babor et d'Edough et dans les Aurès et Belezma (régions en bordure du Sahara), de Bernard (1956-58) à l'Ouest du pays, de Bernard et Cagniant (1962) au niveau du Hoggar Sahara algérien central, et les travaux de Cagniant (1966; 1968; 1969; 1970; 1973)

Introduction

qui ont couvert toutes les forêts d'Algérie. Ainsi que les études récentes d'Abdi Hamecha et *al.* (2021) dans la forêt de Yakouren, de Henine-Maouche et *al.* (2020) dans le massif forestier de Guerrouche au Nord-Est de l'Algérie. Dans les régions semi-arides les travaux de Barech (2014) dans la steppe centrale de M'sila, de Barech et *al.* (2016) au niveau de la zone humide de Chott El Hodna, de Zaidi et *al.* (2021) à l'Est sont à citer. Plus au Sud, Amara et *al.* (2020) ont contribué à l'étude des communautés de fourmis dans la steppe pré-saharienne. Moulai et *al.* (2006) se sont penchés sur le menu alimentaire *Cataglyphis bicolor*. Dehina (2009) s'est intéressé à la systématique et à l'essaimage de quelques espèces de fourmis.

La relation entre la richesse faunistique et les différentes formations végétales steppiques est faite par d'autres auteurs comme Khelil (1988) dans les steppes de Tlemcen et Brague-Bouragba et *al.* (2007) dans la zone steppique d'Oued-Sdar au sud de Djelfa.

Pour la région de Djelfa et tenant compte des multiples formations steppiques rencontrées qui sont principalement; la steppe à alfa *Stipa tenacissima*, la steppe à armoise blanche *Artemisia herba alba*, la steppe à sparte *Lygeum spartum*, les steppes halophytes à *Atriplex halimus*, *Salsola vermiculata*, la steppe psammophytes à *Retama retam* et la formation forestière du Pin d'Alep (Abdelkrim et Bensettiti, 1988; Aidoud et *al.*, 2006; Nedjraoui, 2006, Guit et *al.*, 2016). Les études des formicidés dans les différentes formations végétales naturelles steppiques sont insuffisantes

Face à cette grande diversité floristique, les seuls travaux qui peuvent être mentionner sont les ouvrages classiques de Bernard (1985) et de Cagniant (1969) et récemment les travaux de Bouzekri et *al.* (2014 ; 2015). Pour cette raison, il est nécessaire d'approfondir les recherches concernant la bioécologie des fourmis et leur relation avec les plantes dans cette région.

La présente étude a pour but d'identifier les espèces de fourmis associées aux multiples formations végétales steppiques, afin d'actualiser la liste systématique des Formicidae de Djelfa et celle des steppes algériennes; et d'interpréter les interactions entre la myrmécofaune et la végétation qu'elle abrite.

Le présent document est structuré en quatre chapitres dont le premier est consacré à la présentation de la région d'étude. La description des stations choisies au sein de la région de Djelfa, la présentation des méthodes adoptées sur le terrain et au laboratoire, et le détail des indices écologiques et des traitements statistiques utilisés pour exploiter les résultats obtenus sont rassemblés dans le deuxième chapitre. Le troisième chapitre rassemble les résultats

Introduction

obtenus. Ces derniers sont discutés et comparés avec ce qui est obtenu dans des études précédentes dans le quatrième chapitre. Le document s'achève avec une conclusion générale assortie de quelques recommandations.

Chapitre 1

Chapitre 1 - Présentation de la région de Djelfa

Le premier chapitre est consacré à l'étude de la région de Djelfa. D'abord, sa situation géographique est présentée. Ensuite ses caractéristiques édaphiques et climatiques sont détaillées. Enfin; sa richesse floristique et faunistique est développée.

1.1. Situation de la région de Djelfa

La région de Djelfa (33° et 35° N; 2° et 5° E) se situe dans la partie centrale de l'Algérie, au Sud des piémonts de l'Atlas tellien. Elle s'étend sur une superficie de 332 256.35 km². La région est sise à des altitudes variant entre 1000 et 1500 m. Elle est limitée au Nord par les reliefs de Djebel Sehari, au Sud par le flanc septentrional de l'Atlas saharien. Le Zahrez Chergui et le Zahrez Gharbi limitent la région de l'Est à l'Ouest (Fig.1).

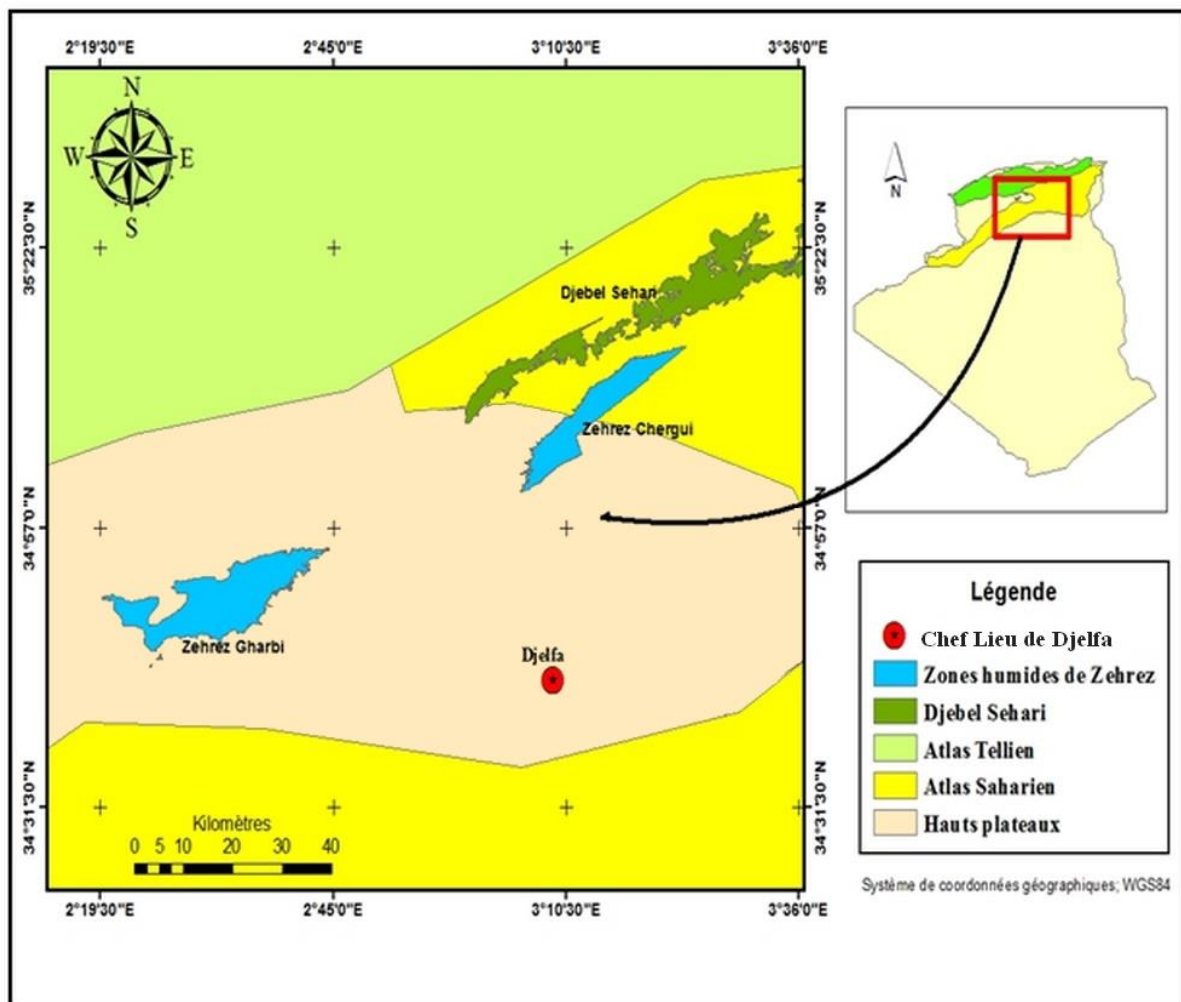


Fig.1 - Situation géographique de la région de Djelfa (réalisé par ArcGIS)

1.2. Relief

Le relief de la région de Djelfa est généralement peu accidenté et se caractérise par une succession de 4 formes de reliefs distinctes du Nord au Sud de son territoire (Mezrag, 2018). La première série de relief rencontrée est une large plaine appelée plaine d'Ain-Ouessera. La seconde série de reliefs rencontrés sont les dépressions des Chotts; des Zahrez Gharbi et Zahrez Chergui (Bekai, 2020). La troisième série de relief regroupe, sous l'appellation de dépression des Ouleds Nail, les plaines les plus importantes sont celles de Maâlba et de Mouilah à l'Est de la région, la partie haute de cette dépression est constituée de la chaîne montagneuse des Ouled Naïl. Cette chaîne est orientée Sud-Ouest et Nord-Est et formée par les principaux monts de la région qui sont le Djebel Senalba, le Djebel Azreg et le Djebel Zerga dont les altitudes sont comprises entre 900 m et 1.600 m (Koussa, 2017). La quatrième série de relief est constituée par le vaste plateau prés-désertique, appelé plateau saharien et se situe dans la partie Sud de la région. Elle plonge dans la dépression formée par Oued Djeddi dans sa partie Nord, constituant la limite naturelle du Sahara. Considéré comme la limite naturelle du Sahara (Oukil et Alouat, 2020).

1.3. Caractéristiques édaphiques de la région de Djelfa

En général, les sols de Djelfa sont de type calcimagnésiques et souvent peu profonds et pauvres en matières organiques et se caractérisent par une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les bons sols se localisent dans les dépressions, les lits d'oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur endroit permet une accumulation d'éléments fins et d'eau (Nedjimi et Guit, 2012). La plupart des sols sont caractérisés par la présence des accumulations calcaires réduisant la profondeur de sol utile (Pouget, 1980). Sur les montagnes et les reliefs élevés, les sols sont très pauvres et en contact direct avec la roche mère. Dans les zones des plaines et des plateaux, les sols sont constitués d'alluvions d'épandage. Dans la partie Sud formant le plateau pré-désertique, les sols sont dénudés par l'action de l'érosion et des vents très puissants (Bekai, 2020). L'examen de la carte pédologique établie par Pouget (1977) relève l'existence cinq classes principales de sol qui sont les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques, les sols isohumiques et les sols halomorphes.

1.4. Caractéristiques climatiques de la région de Djelfa

Le climat joue un rôle majeur dans l'apparition de la vie, car il a un impact direct sur les organismes vivants (Klaus et al., 2001). Les principaux facteurs climatiques sont la température, la pluviométrie et le vent (Dajoz, 1975).

1.4.1. Température

La température est l'élément du climat le plus important, qui conditionne l'activité et le développement des êtres vivants. Les limites des aires de la répartition géographique des espèces sont souvent déterminées par la température (Battinger, 2004).

Les valeurs des températures mensuelles moyennes, maximales et minimales enregistrées pendant l'année 2020 dans la région de Djelfa regroupées dans le tableau 1.

Tableau 1- Moyennes des températures mensuelles maxima et minima de la région de Djelfa (2020)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
m ° C.	0,40	3,50	5,70	9,00	12,90	16,10	19,70	20,90	14,60	8,40	6,30	3,00
M ° C.	10,2	16,8	14,4	17,7	25,5	28,7	33,4	34,1	26,7	20,7	15,3	10,2
(M+m) /2	5,30	10,15	10,05	13,35	19,20	22,40	26,55	27,50	20,65	14,55	10,80	6,60

(O.N.M Djelfa, 2020)

- M : Moyennes mensuelles des températures maxima
- m : Moyennes mensuelles des températures minima
- (M + m) /2 : Moyenne mensuelle des températures

Les valeurs de la température de la région de Djelfa en 2020 montrent que le mois le plus chaud est août avec une température moyenne de 27,50°C. Alors que le mois le plus froid est janvier avec une valeur de 5,30°C (Tab.1).

1.4.2. Les précipitations

Les précipitations représentent un élément écologique important. Elles ont une grande influence sur la répartition des êtres vivants (Amiard, 2013). Les pluies de Djelfa se caractérisent par une forte variabilité spatiale et interannuelle (Mezrag, 2018). Les moyennes des précipitations mensuelles en mm sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2- Précipitations moyennes mensuelles de la région de Djelfa (2020)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P (mm)	18,28	0	21,33	54,11	7,12	5,59	8,13	0,76	11,18	2,53	36,56	12,19	177,78

(O.N.M Djelfa, 2020)

P : Précipitations mensuelles exprimées en millimètres

Le total des précipitations de la région de Djelfa en 2020, est de 177,78 mm où le mois le plus pluvieux est avril avec 54,11 mm et le mois le plus sec est celui de février avec 0 mm (Tab.2).

1.4.3. Le vent

Même s’il agit indirectement sur l’activité des êtres vivant, le vent est un facteur important en agissant sur la température et en augmentant ainsi le taux d'évaporation (Dajoz, 1975).

Les données sur les vitesses moyennes mensuelles et l’orientation du vent en 2020 dans la région de Djelfa sont motionnées dans le tableau 3.

Tableau 3- Vitesses moyenne mensuelles du vent de la région de Djelfa (2020).

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Moy.Vit.Vent (km/h)	20	17	33	29	27	25	22	24	20	22	25	30
Direction	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	SSW	SSW	NW	NW

(O.N.M Djelfa, 2020)

N: Nord; W: Ouest; S: Sud; Moy.Vit.Vent : Vitesse moyenne des vents.

Dans la région de Djelfa, la vitesse moyenne annuelle du vent la plus élevée est celle du mois de mars avec une valeur de 33Km/h (Tab. 3). Alors que, la valeur la plus faible est enregistrée en mois de février (17Km/h). Les vents dominants à la région de Djelfa sont de direction NW et SW, les premiers sont généralement frais et froids, alors que les seconds sont chauds et desséchants.

1.4.4. Synthèse climatique

La Synthèse des données climatiques de la région de Djelfa en 2020 est faite par deux paramètres, le diagramme Ombrothermique et le Climagramme d’Emberger.

1.4.4.1. Le diagramme ombrothermique de Gausson

Ce diagramme permet de définir facilement la durée de la saison sèche et la période humide. Les mois sont portés en abscisse, les précipitations et les températures mensuelles sont représentées en ordonnées où $P=2T$.

Le diagramme ombrothermique de la région de Djelfa en 2020 montre la présence de deux périodes, sèches et humides (Fig.2). La période sèche commence de mi- mai jusqu’à mi-octobre, et la période humide s’étale des premiers jours de novembre jusqu’à mai.

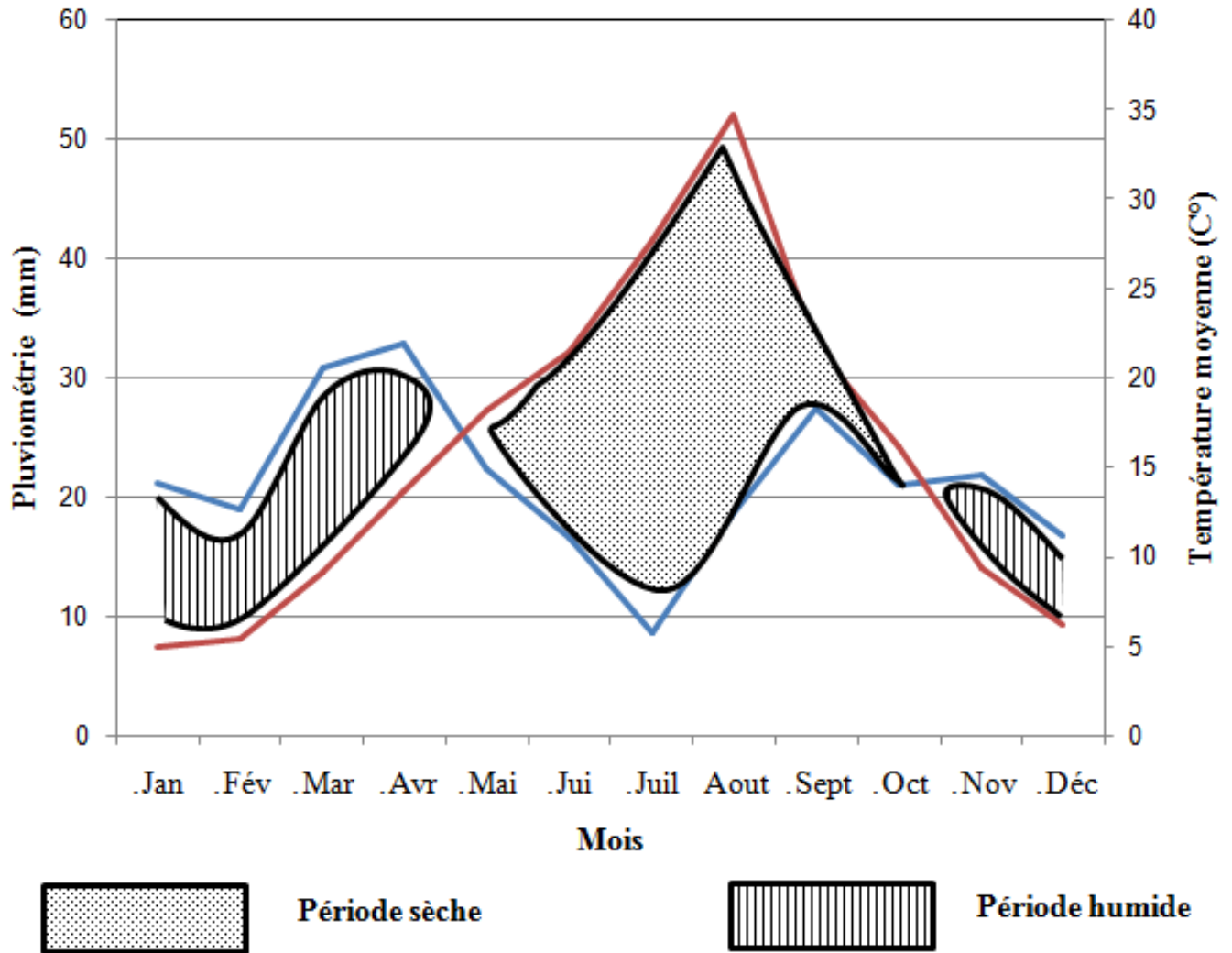


Fig.2 - Digramme ombrothermique de la région de Djelfa (2020)

1.4.4.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger permet de donner une classification bioclimatique des régions (Le Houérou, 1995). Ce quotient synthétise le mieux les conditions bioclimatiques d'une zone donnée, et qui intègre les paramètres thermiques (M, m) et le paramètre hydrique P (mm); par l'application de la formule d'Emberger

$$Q 2 = 1000 P / (M+m) (M-m)$$

Cette relation est simplifiée par Stewart (1969)

$$Q 3 = 3,43 \times P / (M-m)$$

$Q 3$: Quotient pluviothermique d'Emberger en mm/°C.

P : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm.

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

m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid C°.

Pour la région de Djelfa, ce quotient égal à $Q3 = 33,79$. Le report de cette valeur sur le climagramme, indique que la région de Djelfa appartient à l'étage bioclimatique Semi-aride à hiver frais (Fig. 3).

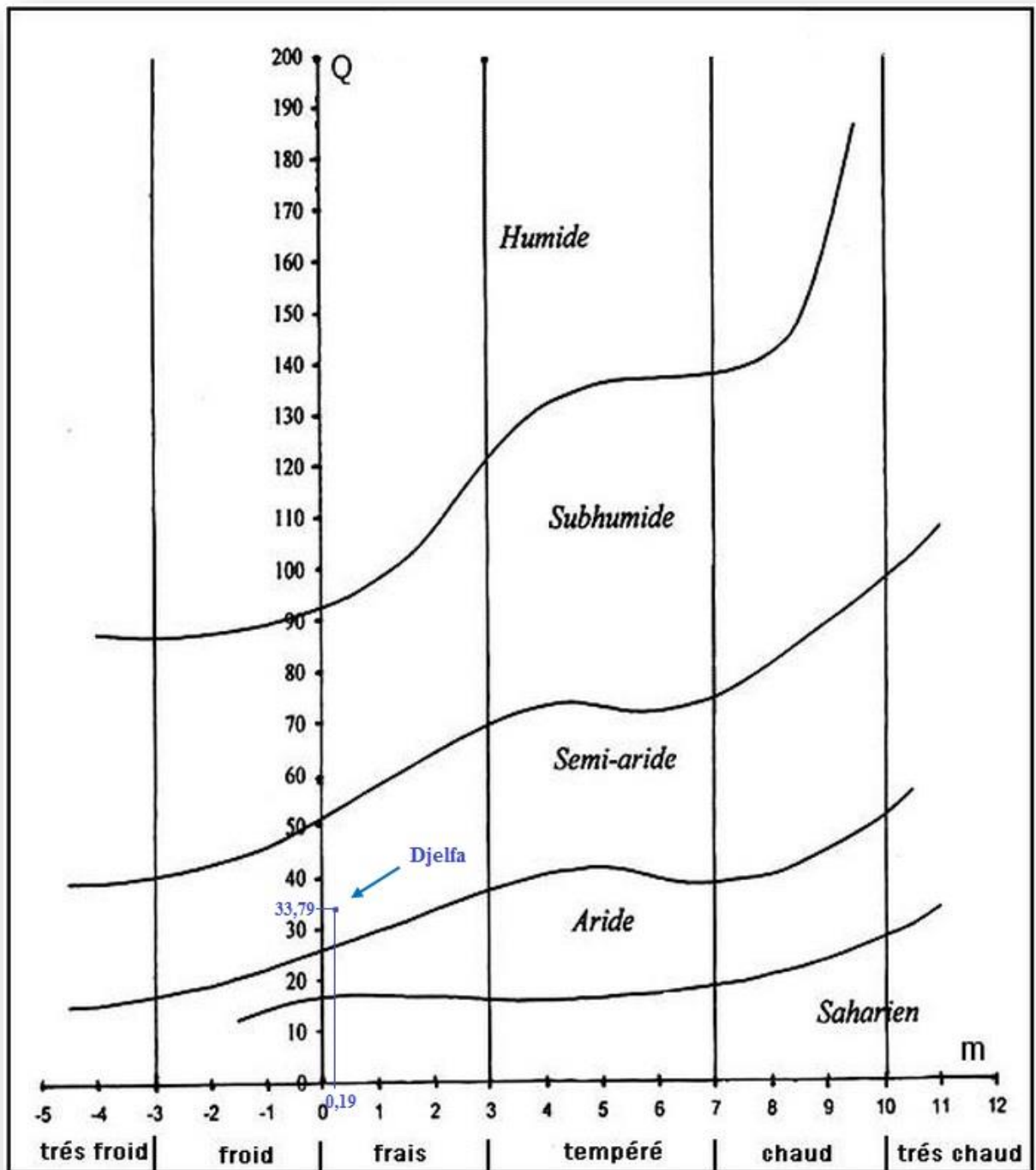


Fig.3 – Climagramme d'Emberger de la région de Djelfa (1990-2020)

1.5. Diversité floristique et faunistique de la région de Djelfa

La région de Djelfa se caractérise par une hétérogénéité des conditions du milieu ce qui donne une diversité floristique et faunistique plus importante.

1.5.1. Diversité floristique de la région de Djelfa

Occupant une grande partie de la steppe centrale algérienne, Djelfa se caractérise par une importante richesse floristique. Les principales formations steppiques rencontrées sont la steppe à alfa *Stipa tenacissima* L., la steppe à armoise blanche *Artemisia herba alba* Asso., la steppe à sparte *Lygeum spartum* L., la steppe à remth *Arthrophytum scoparium* (Iljin.), les steppes halophytes et les steppes psammophytes (Abdelkrim et Bensettiti, 1988, Aidoud et *al.*, 2006, Nedjraoui, 2006). Les steppes à alfa qui occupent la majeure partie du cortège floristique de Djelfa présentent une grande diversité de 170 espèces (Taiboui et *al.*, 2020). Parmi ces espèces, *Sedum sediforme* (Pau.), *Dactylis glomerata* L., *Xeranthemum inapertum* (Mill.), *Centaurea incana* Desf., *Scabiosa stellata* L., *Evax pygmaea* (Brot.), *Launaea acanthoclada* M., *Helianthemum ledifolium* (Mill.), *Atractylis cancellata* L., *Achillea santolina* L., *Astragalus caprinus* L., *Herniaria hirsute* L., (Aidoud, 1989, Bekai et *al.*, 2019). Habib et *al.* (2020) ajoutent la présence de *Paronychia argentea* Lam., *Salvia verbenaca* L., *Cynodon dactylon* (Pers.), *Malva aegyptia* L., *Poa bulbosa* L. et *Schismus barbatus* (Thell.).

Les principales espèces accompagnatrices à *Lygeum spartum* sont *Noaea mucronata* (Asch. et Schw.), *Thymellaea microphyla* Coss. & Durieu., *Eruca vesicaria* (Cav.) (Aidoud-Lounis, 1989). La vaste dépression du Chott Zehrez du Nord de la région est marquée par la grande richesse de la flore halophyte. Un total de 112 espèces sont notées parmi les quelles, *Atriplex halimus* L., *Salsola vermiculata* L., *Atriplex glauca* L., *Halocnemum strobilaceum* (Bieb.) *Arthrocnemum indicum* (Moq.), *Suaeda fruticosa* L., *Frankenia thymifolia* Desf. et *Salsola sieberi* Presl. (Nedjimi et *al.*, 2012). Les derniers auteurs cités ajoutent la présence de 9 espèces menacées et endémiques telles que *Avena bromoides* (Trab), *Cutandia divaricata* Desf., *Herniaria mauritanica* Murb. et *Salicornia arabica* L.

Les dépôts sableux connus sous le nom du Cordon dunaire offrent une diversité en espèces psammophytes. Se sont généralement des steppes à *Retama raetam* Webb. ou *Aristida pungens* Desf. (Nedjraoui, 2006).

De plus, un important patrimoine forestier présent dans la région s'installe principalement sur les sommets des montagnes où *Pinus halepensis* Mill., *Quercus ilex* L., *Juniperus phoenicea* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Phillyrea angustifolia* L.,

Pistacia lentiscus L., *Pistacia terebinthus* L., *Rosmarinus tournefortii* de Noé., sont les principales espèces (Guit et *al.*, 2016, Guit et Nedjimi, 2020).

Le pistachier de l'Atlas *Pistacia atlantica* Desf. est très répandu dans la région. Il se développe en bordure des lits d'oueds ou dans les dépressions des dayas où le cortège des espèces pérennes est assez pauvre. Cette essence est souvent associée à *Ziziphus lotus* (Desf.) qui se développe en sous-strate (Belhadj, 2001, Ifticene-Habani et Messaoudène, 2016).

Enfin, il est à signaler que les connaissances floristiques sur cette zone sont encore insuffisantes, alors que plusieurs taxons endémiques et rares cités dans cette région depuis la période coloniale n'y ont pas été observés notamment *Erodium hymenodes* L'Hér., *Echium suffruticosum* Barratte., *Celsia battandieri* Murb., *Bellium rotundifolium* (Desf.) DC., *Atractylis polycephala* Coss. et *Atractylis phaeolepis* Pomel. (Habib et *al.*, 2020).

1.5.2. Diversité faunistique de la région de Djelfa

La région de Djelfa possède une richesse faunistique très importante est très variée. Les principales espèces de mammifères recensées dans la région, représentées par la présence du chiroptère, la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii* (Natterer, 1819)), des carnivores le Loup doré d'Afrique (*Canis anthus* (F.Cuvier 1820)), le Renard roux (*Vulpes vulpes* (Linné, 1758)), le Renard famelique (*Vulpes rueppellii* (Schinz, 1825)), la Zorille de Libye (*Ictonyx libycus* (Hemprich & Ehrenberg, 1833)), la Genette commun (*Genetta genetta* (Linné, 1758)), la Hyène rayée (*Hyaena hyaena* (Linné, 1758)), le Caracal (*caracal caracal* (Schreber, 1776)), le Chat des sables (*Felis margarita* (Loche, 1858)), le Chat sauvage (*Felis silvestris* (Schreber, 1777)) Chat ganté (*Felis libyca* (Schreber, 1777)), le lagomorphes, le Lièvre brun (*Lepus europaeus* (Pallas, 1778)) et les Cetartiodactyles: Gazelle de Cuvier ou des Montagnes (*Gazella cuvieri* (Ogilby, 1841)), la Gazelle dorcas (*Gazella dorcas* (Linné, 1758)) et le Sanglier (*Sus scrofa* (Linné, 1758)) (Ahmim, 2019). Les rongeurs est l'ordre le plus répandu des mammifères. Il renferme notamment *Gerbillus campestris* (Loche, 1867), *Gerbillus nanus* (Blanford, 1875), *Gerbillus gerbillus* (Olivier, 1801), *Meriones shawii* (Duvernoy, 1842), *Mus musculus* (Linné, 1758), *Mus spretus* (Lataste, 1883) et *Jaculus orientalis* (Erxleben, 1777) (Souttou et *al.*, 2012). D'autre espèces de rongeurs comme *Gerbullius tarabuli* (Thomas, 1902), *Rattus rattus* (Linné, 1758) et *Jaculus* sp. Sont signalées par Guerzou et *al.* (2013) dans le régime alimentaire des corbeaux Guerzou et *al.* (2019b) ajoutent la présence du hérisson d'Algérie *Atelexis algirus* (Lereboullet, 1842). Pour ce qui est des reptiles, 4 familles trouvées par Guerzou et *al.* (2019a). Il s'agit de Toxicofera (*Ophidia* sp.), Lacertidae (Lacertidae sp., *Chalcides ocellatus* (Forskal,

1775)), Agamidae (Agamidae sp.), Gekkonidae (Gekkonidae sp.). Beddek (2017) note la présence de *Timon tangitanus* (Boulenger, 1889) dans le massif forestier de Senalba. Les Poissons de la région sont très mal connus, seules les espèces du genre *Barbus* sont signalées dans l'oued Taadmit (Chaibi, 2014).

La région se caractérise également par une grande diversité avifaunistique. Le travail de Souttou et *al.* (2015a) sur le peuplement avien dans la pinède de reboisement de Chbika montrent qu'il existe 38 espèces aviennes. L'ordre des Passeriformes est le mieux représenté avec 10 familles, 24 genres et 27 espèces. Parmi ces espèces, la Mésange noire (*Periparus ater* (Linné, 1758)), le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs* (Linné, 1758)), le Cochevis huppé (*Galerida cristata* (Linné, 1758)) et le Bec croisé des sapins (*Loxia curvirostra* (Linné, 1758)). Le moineau hybride (*Passer domesticus* x *P. hispaniolensis*) est très répandue dans la région (Ait Belkacem et *al.*, 2016).

Neuf espèces d'oiseaux aquatiques se trouvent dans les chotts de Zahrez Chergui et Zahrez Gherbi, qui sont la Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764)), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos* (Linné, 1758)), la Fuligule morillon (*Aythya fuligula* (Linné, 1758)), la Grue cendrée (*Grus grus* (Linné, 1758)), l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus* (Linné, 1758)), l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta* (Linné, 1758)) le Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos* (Linné, 1758)), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus* (Linné, 1758)), la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava* (Linné, 1758)) (Derradji et *al.*, 2013). Boumezbeur et Benhadj (2003) notent la présence intéressante de l'outarde houbara (*Chlamydotis undulata* (Jacquin, 1784)) au niveau des Zehrez. Pour les rapaces Souttou et *al.* (2015b) ont mentionnés la présence du Faucon crécerelle, de la Chouette effraie et du Hibou moyen duc. La présence de Grand Corbeau (*Corvus Corax* (Linné, 1758)) est noté par (Guerzou et *al.*, 2019b).

Les arthropodes ont fait l'objet de plusieurs études dans la région de Djelfa. Au sein des quels, les araignées sont très riches en espèces (37 espèces). Parmi les quelles *Atypus affinis* Thoenell, 1873, *Alopecosa albofasciata* (Brullé, 1832), *Trochosa hispanica* Simon, 1870, *Drassodes lapidosus* Walckenaer, 1802, *Haplodrassus signifer* (C.L. Koch, 1839), *Zelotes oryx* (Simon, 1879), *Atypus affinis* Thoenell, 1873, *Eresus latifasciatus* Simon, 1910, *Gonatium dayense* Simon, 1886 et *Loxcoceles rufescens* (Simon, 1868) (Brague-Bouragba et *al.*, 2007). Guerzou et *al.* (2019a) notent la présence des Scorpionidae comme *Scorpio maurus* Linné, 1758, *Buthus occitanus* (Amoreux, 1789). Quant aux insectes, l'ordre de coléoptères est le plus riche avec 58 espèces qui se répartissent entre 4 familles Tenebrionidae (*Adesmia metallica*

Klug, 1830, *Blaps nitens* Castelnau, 1840, *Sepidium uncinatum* Erichson, 1841), les Carabidae (*Acinopus sabulosus* Fabricius, 1792, *Broscus politus* Dejean (1828), *Amara rufescens* Dejean, 1829), les Curculionidae (*Brachycerus barbarus* Linné, 1758, *Arammichnus cribricollis* Gyllenhal, 1834, *Baris algerica* Desbrochers Des Loges, 1892), et les Scarabaeidae (*Ochodaeus gigas* Marseul, 1913, *Pentodon algerinum* Fairmaire, 1893, *Hymenoplia algerica* Reitter, 1890) (Brague-Bouragba et al., 2007). Pour les orthoptères, un inventaire des peuplements orthoptérologiques réalisé dans la région recense 33 espèces. Parmi ces espèces, *Tmethis pulchripennis* (Serville, 1839), *Eurypanyphes quadridentatus* (Brisout, 1852), *Omocestus raymondi* (Yersin, 1863), *Oedipoda miniata* (Pallas, 1771) et *Aiolopus thalassinus* (Fabricius, 1781) (Benmadani et al., 2015). Parmi les diptères de la région il y a *Fannia* sp., *Calliphora erythrocephala* Macquart, 1834, *Pollenia* sp., *Drosophila* sp., *Morellia* sp., *Syrphidae* sp., *Nematocera* sp. (Bachir, 2019). Pour ce qui est des hyménoptères, Bouzekri et al. (2015) ont cité la présence de 9 espèces myrmécofaune. Ils'agit de *Camponotus foreli* Emery, 1881, *Cataglyphis bicolor* (Fabricius, 1793), *Cataglyphis albicans* (Roger, 1859), *Crematogaster laestrygon* Emery, 1869, *Messor capitatus* (Latreille, 1898), *Messor medioruber* Santschi, 1910, *Monomorium areniphilum* (Santschi, 1911), *Monomorium salomonis* (Linné, 1758) et *Tapinoma nigerrimum* (Nylander, 1856). Dans le même ordre, Cherair et al. (2013) ont signalé pour la première fois en Algérie une nouvelle sous-espèce d'abeille *Andrena haemorrhoea messaadensis* n.ssp., Scheuchl, 2013 dans la steppe aride de Messaâd. Cherair (2016) ajoute la présence de 55 espèces d'abeilles reparties en quatre familles, celles des Apidae (*Apis mellifera* Linné, 1758, *Anthophora crassipes* Lepeletier, 1841, *Eucera notata* Lepeletier, 1841, *Anthophora retusa* Linné, 1758, *Anthophora hispanica* Fabricius, 1787, *Anthophora pubescens* (Fabricius, 1781)), des Halictidae (*Halictus senilis* (Eversmann, 1852), *Halictus rufipes* Fabricius, 1793, *Halictus pollinosus* Sichel, 1860, *Halictus scabiosae* Rossi, 1790, *Halictus constantinensis* Strand, 1910), des Megachilidae (*Osmia tricornis* Latreille, 1811, *Osmia rufa* Linné, 1758, *Megachile flavipes* Spinola, 1838, *Megachile centuncularis* (Linné, 1758), *Osmia latreillei* (Spinola, 1806)) et des Andrenidae (*Andrena flavipes* Panzer, 1799, *Andrena fuscosa* Erichson, 1835, *Panurgus canescens* Latreille, 1811, *Andrena bimaculata* Kirby, 1802, *Andrena biskrensis* Pérez, 1895).

Chapitre 2

Chapitre 2- Matériel et méthodes

Trois volets sont présentés dans le deuxième chapitre. D'abord; la description des stations choisies dans la région de Djelfa pour effectuer le travail. Ensuite, la présentation des pots Barber; la méthode adoptée pour l'échantillonnage des fourmis. Enfin, le détail des différents indices écologiques de composition et de structure et l'analyse statistique utilisés pour l'exploitation des résultats.

2.1. Choix et description des stations d'étude

Pour l'étude des interactions de la myrmécofaune avec les différentes formations végétales dans la région de Djelfa, le choix des stations est fait selon la nature de formations végétales. Au total, sept formations végétales sont suivies selon un axe du Nord au Sud. Ces formations sont la steppe à halophyte *Atriplex halimus*, la steppe à psammophyte *Retama retam* et *Aristida pungens*, la steppe à halophyte *Salsola vermiculata*; la steppe à sparte *Lygeum spartum*, la formation forestière à base du pin d'Alep *Pinus halepensis*, la steppe à armoise blanche *Artemisia herba alba* et la steppe à alfa *Stipa tenacissima* (Fig. 4). Dans toutes les stations retenues, la parcelle d'échantillonnage couvre 100 m² soit 0,01 ha de la superficie totale de la station.

2.1.1. Station d'El- Mesrane (steppe halophyte à *Atriplex halimus*)

La station de El- Mesrane (34°57'9.28"N et 3°3'20.80"E) est une dépression qui fait partie du complexe de Chott Zehrez Chergui peuplée par une formation assez dense d'*Atriplex halimus*. Elle se localise à 40 km au Nord -Est de Djelfa, occupant une superficie de dizaines hectares et sise à une altitude de 860 m. La station est limitée au Nord par une formation de *Retama retam*, au Sud par un groupement végétale halophyte, à l'Est par une parcelle céréalière et à l'Ouest par d'autre parcours d'*Atriplex halimus*. Cette station est caractérisée par des sols peu évolués halomorphes et solonchaks de texture moyenne à très fine avec une nappe phréatique entre 2 et 5 mètres de profondeur (Pouget, 1980) (Fig. 5).

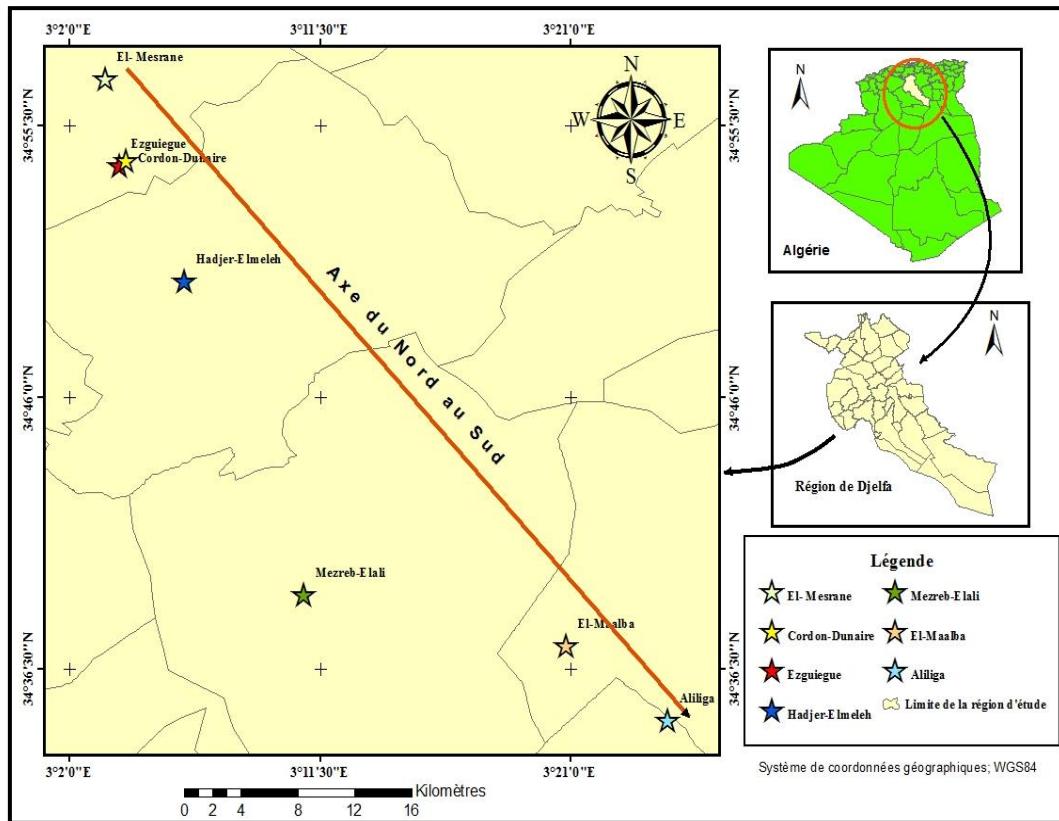


Fig. 4 - Situation géographique des sept stations d'étude dans la région de Djelfa (Réalisé par ArcGIS)



Fig. 5 - Vue générale de la station d'El- Mesrane (Originale)

2.1.2. Station du Cordon Dunaire (steppe psammophyte à *Retama retam* et *Aristida pungens*)

La Station du Cordon Dunaire (34°54'17.47"N et 3° 4'6.22"E) se situe à 35 km au Nord -Est de Djelfa. Elle couvre une superficie de 500 ha, à une altitude de 879 m. Cette formation éolienne dunaire exceptionnelle du bassin des Zahrez est dominée par une végétation psammophyte à base de *Retama retam* et *Aristida pungens*. Elle est entourée par les dunes de sables. Ces dunes vives, de formes assez mal définies, atteignent parfois quelques dizaines de mètres de hauteur (Pouget, 1980) (Fig. 6).

2.1.3. Station d'Ezguiegue (steppehalophyte à *Salsola vermiculata*)

La station d'Ezguiegue (34°54'7.25"N et 3°3'51.73"E), se localise dans le Chott Zehrez Chergui à 32 km au Nord -Est de Djelfa. C'est une dépression ayant une superficie de 300 ha à une altitude de 881 m. Elle est limitée au Nord par des terrains de parcours, au Sud par une piste, à l'Est par le cordon dunaire et à l'Ouest par une route nationale. Cette station est caractérisée par un sol halomorphe de texture moyenne et fine (Pouget, 1980). Elle est occupée par une formation végétale halophyte à base de *Salsola vermiculata* (Fig. 7).

2.1.4. Station de Rocher de sel Hadjer-Elmelh (steppe à sparte *Lygeum spartum*)

La station de Hadjer-Elmeleh (34°50'5.05"N et 3° 6'19.37"E) se situe au voisinage du Djebel Hadjer - Elmelh (Rocher de sel) à 25 km au Nord-Ouest de Djelfa. Elle s'étend sur une superficie de 30 hectares à une altitude de 964 m. C'est une steppe graminéenne à base de spart *Lygeum spartum* occupant un versant d'un sol marneux. Cette station est limitée au Nord par une colline recouverte par l'alfa, au Sud par Oued El Mellah, à l'Est par Djebel Séhary Guebli et à l'Ouest par Djebel Hadjer-Elmelh (Fig. 8).

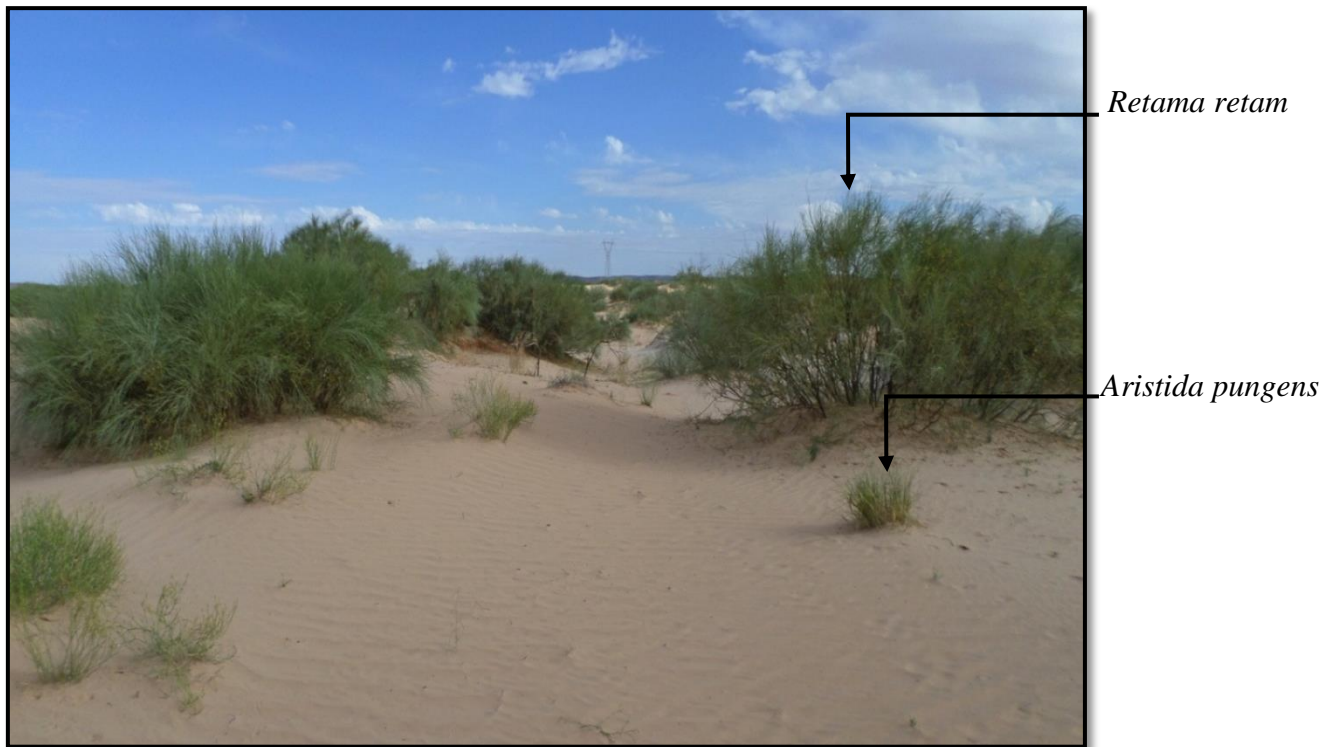


Fig. 6 - Vue générale de la station du Cordon Dunaire (Originale)



Fig. 7 - Vue générale de la station d'Ezguieue (Originale)



Fig. 8 - Vue générale de la station de Hadjer - Elmelh (Originale)

2.1.5. Station de Mezreb-Elali

La station de Mezreb-Elali (34°39'6.61"N et 3°10'51.08"E) se localise dans le versant sud du massif forestier de Senalba Chergui à environ de 2 km à l'Ouest de Djelfa. C'est une pinède d'ambiance forestière par excellence caractérisé par la dominance de pin d'Alep *Pinus halepensis* occupant une superficie de 200 hectares à une altitude de 1281 m. Cette station est caractérisée par des sols calcaires ou marno-calcaires mais ayant en commun un horizon de surface humifère c'est-à-dire un taux de matière organique supérieur à 2,5 % (Pouget, 1980) (Fig. 9).

2.1.6. Station de El-Maalba (steppes d'armoise blanche *Artemisia herba alba*)

La station de Maalba (3°4'29.68"E et 34°54'44.93"N) se situe dans la plaine de Maalba à 10 km à l'Est de Djelfa. C'est une steppe chaméphytique à base d'armoise blanche *Artemisia herba alba* limitée au Nord et au Sud par un reboisement du pin d'Alep et à l'Est par une piste et à l'Ouest par une route nationale. La station s'étend sur 40 ha à une altitude 1224 m. Les sols sont peu évolués d'apport alluvial à une texture moyenne avec des encroutements calcaires en profondeur (Pouget, 1980) (Fig. 10).

2.1.7. Station d'Aliliga (steppes à alfa *Stipa tenacissima*)

La station de Aliliga (34°34'43.29"N et 3°24'40.11"E) située à 17 km au Sud-Est de Djelfa. C'est un milieu ouvert qui s'étend sur une superficie de 150 ha à une altitude de 1295 m. La station fait partie du versant sud des piémonts de Djebel Djellal Chergui qui appartiennent à l'Atlas saharien. Ces versants se caractérisent par un sol plus ou moins encroûtées aux surfaces à une texture très grossière à grossière (Pouget, 1980). La parcelle d'échantillonnage occupe la partie centrale de la station. Cette parcelle est un glacis à faible pente. *Stipa tenacissima* domine très nettement les autres espèces végétales et l'ensemble constitue un groupement de steppe à alfa. Les touffes d'alfa prospectées sont denses en bon état et de grande taille pouvant atteindre parfois des hauteurs allant jusqu'à 1,20 m (Fig. 11).



Fig. 9 - Vue générale de la station de Mezreb-Elali (Originale)

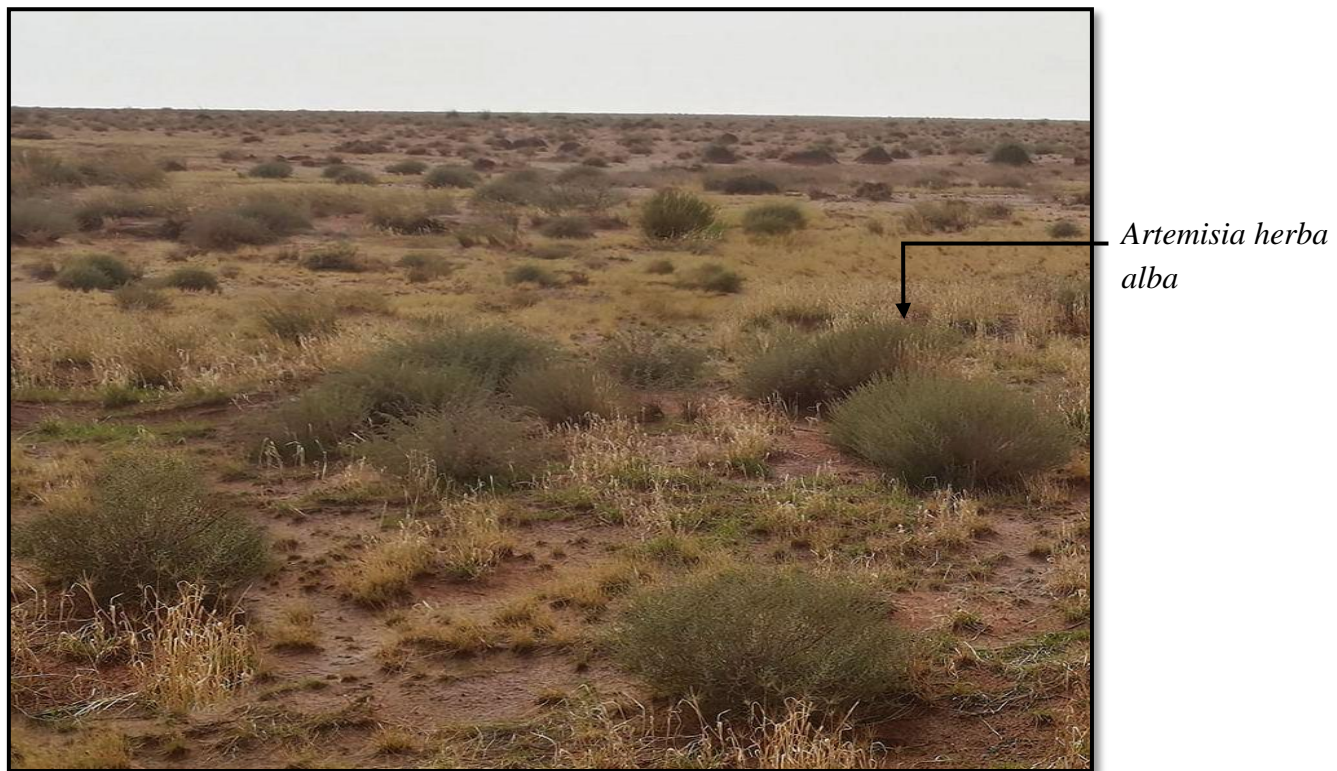


Fig. 10 - Vue générale de la station d'El-Maalba (Originale)



Fig. 11 - Vue générale de la station d'Aliliga (Originale)

2.2. Méthode d'échantillonnage de fourmis

La méthode d'échantillonnage utilisée dans ce travail est celle des « Pitfall traps », ou pots de Barber.

2.2.1. Description de la méthode des pots Barber

Le piège à fosse ou pots de Barber « Pitfall traps » est la méthode la plus appropriée pour l'échantillonnage des arthropodes géophiles de moyenne et de grande taille (Berville et *al.*, 2016; Clère et Bretagnolle, 2001). Les pots Barber sont des boîtes métalliques de 15 cm de diamètre et de 18 cm de hauteur qui sont enterrés au ras du sol. La terre est tassée tout autour des pots afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces et de permettre aux arthropodes qui passent à proximité de tomber dans le piège, et il est recouvert d'une pierre, qui peut servir comme protection contre la pluie et les passants (Benkhelil, 1992). Il est conseillé de remplir ces boîtes d'interception par de l'eau additionnée de détergent pour empêcher les fourmis de s'échapper (El Keroumi et *al.*, 2012; Lamotte et Bourlière, 1969).

Dans la présente étude, 10 pièges sont installés dans chaque parcelle d'échantillonnage sur une ligne de transect avec un espacement de 5 m (Fig. 12). Les pots sont placés mensuellement dans toutes les stations d'étude pendant une année depuis février 2020 jusqu'à janvier 2021. Après 24 heures, le contenu de chaque pot est récupéré dont seuls ceux de 8 pots sont pris en considération. Les échantillons obtenus sont mis dans des boîtes de Pétri portant des étiquettes sur lesquelles sont indiqués la station d'étude, la date de piégeage et les numéros des pièges.

2.2.2. Avantages de la méthode des pots Barber

La méthode des pots de Barber ou piège à fosse est la méthode la plus répandue pour échantillonner les arthropodes épigés mobiles, car elle est simple, non couteuse et facile à utiliser, relativement rapide à poser et à relevés assez important (Nageleisen et Bouget, 2009). De même, cette méthode permet de capturer des espèces diurnes et nocturnes fréquentant le sol (Benkhelil, 1992).

2.2.3. Inconvénients de la méthode des pots Barber

L'inconvénient majeur de la méthode des pots de Barber est l'influence des conditions climatiques. En effet, les fortes pluies risquent d'inonder les pots et leurs contenus sont entraînés vers l'extérieur ce qui va fausser les résultats. De plus, pendant les températures estivales, l'eau des pots peut s'évaporer. Ce risque est réduit étant donné que le dispositif

n'est laissé en place que durant 24 heures. Les pots risquent d'être dégradés par des promeneurs, le cheptel en cas de pacage ou par les sangliers au cours de la nuit. A noter aussi dans les zones sableuses, par l'action de vent, le sable soulevé peut remplir les pots-pièges réduisant l'efficacité de l'échantillonnage.



Fig.12 - Un pot de Barber installé dans la steppe à *Stipa tenacissima* (Originale)

2.3. Méthodes utilisées au laboratoire

Le travail au laboratoire consiste à trier et à séparer les espèces de fourmis des différents autres arthropodes piégés et récupérés dans les boîtes de Petri, et puis l'identification et le comptage des espèces de fourmis trouvées.

2.3.1. Tri et séparation des espèces

Au laboratoire, les fourmis sont triées des autres arthropodes, puis identifiées et comptées à l'aide d'une loupe binoculaire (Fig. 13). L'identification des espèces myrmécoles est faite selon les critères morphologiques tels que le nombre des nœuds du pétiote, la forme de la tête, le profile thoracique, la forme du gastre et le nombre de segments. L'étude de ces caractères est faite en utilisant les clés des myrmécologues notamment celle de Santschi (1932), de Perrier (1940), de Cagniant (1968; 1969; 1970; 1996; 2009), de Cagniant et Espadaler (1997), Barech et Doumandji (2002) et de Barech et *al.* (2017; 2020).



Fig.13 -Tri et identification des fourmis au laboratoire (Originale)

2.3.2. Critères d'identification des Formicidae et description morphologique de quelques espèces

La famille des Formicidae se subdivise systématiquement en 3 sous familles les Myrmicinae, les Formicinae et les Dolichoderinae (Fig. 14, 15, 16) (Perrier, 1940).

Les Myrmicinae constituent le plus vaste ensemble de fourmis. Ils se reconnaissent par le pétiole formé de deux articles (Fig. 14). Parmi les Myrmicinae; le genre *Messor* regroupe un ensemble des de fourmis moissonneuses qui récoltent principalement des graines. Plusieurs espèces sont identifiées au sein de ce genre. *Messor medioruber* (9-10 mm) qui se caractérise par sa couleur noirâtre, sa tête luisante, sans rides nettes; et par son tronc brun rouge. Parfois quelques poils sont observés sur l'arrière du gastre. Les spécimens de ce genre possèdent un pétiole assez haut et arrondie dans sa face arrière avec sommet plus ou moins échancré (Barech et *al.*, 2020).

Messor arenarius (4,8-13,6 mm) est une grosse fourmi très connue au sein des Myrmicinae. Elle s'identifie facilement par sa couleur noire ou brun foncé, ses rides sur tout l'avant-corps; ses petites épines sur la base du gastre qui est plus ou moins réticulée et par ses les éperons pectinés installées aux tibias des trois pattes. La présence d'un psammophore au niveau de la tête est un caractère adaptatif très distinctif des spécimens de cette espèce (Barech et Doumandji, 2002). *Monomorrium salomonis*; cette fourmide très petite taille (2,4 - 3,6 mm) est également une des espèces représentatives des Myrmicinae. Avec un aspect un peu matou sub luisant, les individus de cette espèce ont une coloration variée. Ils portent une tête et un gastre plus sombres que le tronc. La tête est brune sans stries organisés sur le front, seulement la réticulation homogène, le tronc est brun jaunâtre à brun sombre, souvent maculé. Alors que le gastre est brun noirâtre (Barech et *al.*, 2017). *Crematogaster laestrygon* (3 - 4 mm) est une espèce très caractéristique au sein des Myrmicinae. Les exemplaires de cette espèce sont entièrement brun noirâtre avec des appendices de couleur claire et des épines en forme obliques, dont le bord supérieur est plus ou moins courbé. Ils ont; ainsi; une tête en partie ridée avec un front lisse, et un tronc entièrement ridé en long (Cagniant, 2005).

Comme pour les Myrmicina, la sous familles des Formicinae est très répandue au sein des Formicidae. Elle se caractérise par un pétiole constitué d'un seul article (Fig. 15). Au sein de cette sous famille; *Cataglyphis bicolor* est identifiée. Les représentants de cette espèce sont très agiles. Ils ont une grande taille dépassant par fois 10 mm de long, avec un thorax et une tête de couleur brune, un abdomen noir, des antennes et des fémurs plus clairs

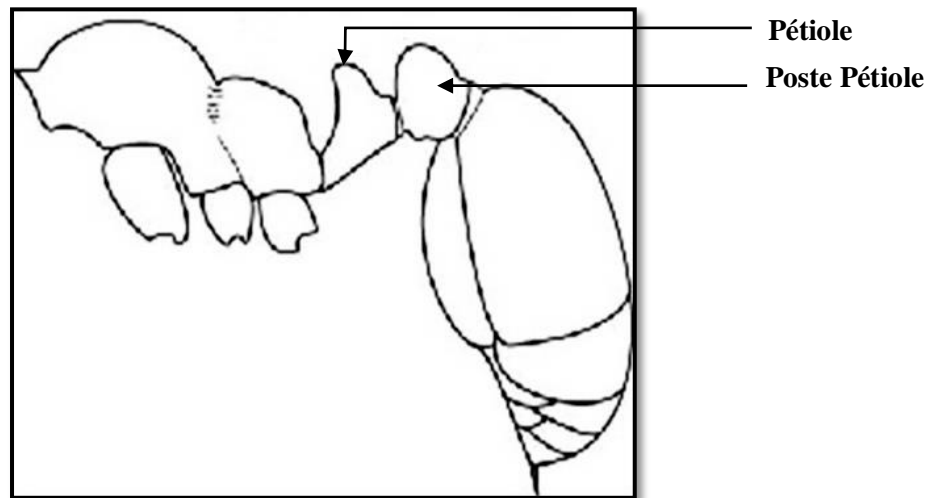


Fig.14 -Pétiolo chez les Myrmicinae (Barech et Doumandji, 2002)

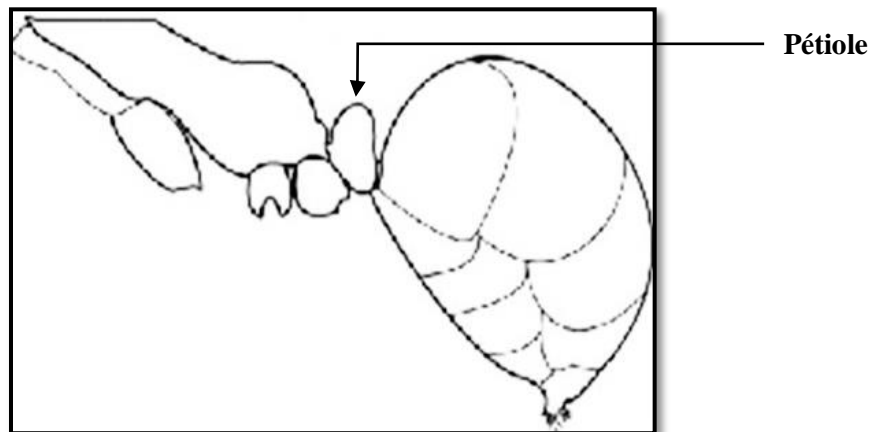


Fig.15 -Pétiolo chez les Formicinae (Barech et Doumandji, 2002)

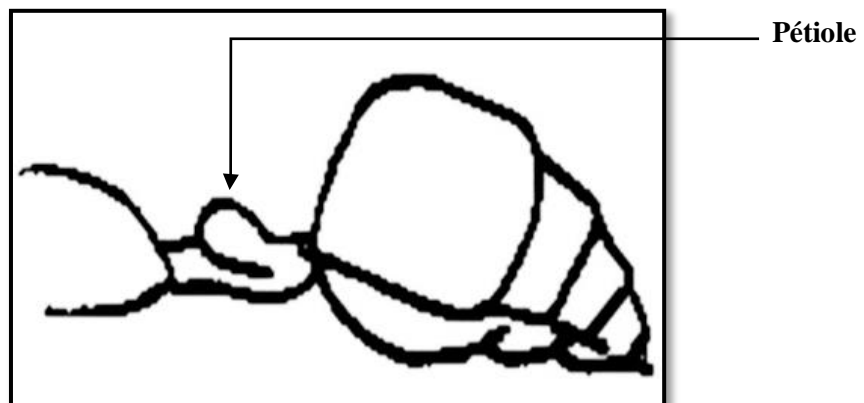


Fig.16 -Pétiolo chez les Dolichoderinae (Barech et Doumandji, 2002)

et de longues pattes (Cagniant, 2009). *Cataglyphis bombycinus* est une espèce très répandue parmi les Formicinae. C'est une espèce très rapide assez grande (4,3 - 12,1 mm) avec un aspect argenté typique, et des poils triangulaires luisants à cause d'une dense pubescence argentée. Les ouvrières de grande taille ont des mandibules allongées et l'article 4 des palpes maxillaires est plus longue que les deux suivants réunis, les articles 3 et 4 pourvus de longues soies disposées en corbeille, cette espèce a de longues pattes et se caractérise par la présence d'un psammophore (Cagniant, 2009).

Les Dolichoderinae sont des fourmis supérieures, voisines de Formicinae. Les individus de cette sous-famille s'identifient par leur pétiole constitué d'un seul segment, peu élevé, surmonté d'une écaille moins haute que celle des Formicinae (Fig. 16) (Bernard, 1968). Parmi les espèces très distinctives au sein des Dolichoderinae, *Tapinoma nigerrimum* est une espèce polymorphe, dont les spécimens peuvent varier en longueur de 3 à 5 mm. Elle se caractérise par sa couleur noire uniforme, son pétiole non visible en vue dorsale, uniquement latéral. Cette espèce est très confondue avec *Tapinoma simrothi*, le meilleur caractère distinctif de cette espèce est l'incision du clypéus à bords parallèles. Son corps est moins luisant et sa tête est plus petite. L'espèce présente une encoche au niveau du clypéus plus profonde que large et à bords parallèles (Barech et Doumandji, 2002).

2.4. Exploitation des résultats

Les résultats de la diversité des Formicidae et leur relation avec les formations végétales steppiques sont exploités par les différents indices écologiques d'une part et par un traitement statistique d'autre part.

2.4.1. La qualité de l'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage (E) est représentée par le rapport du nombre d'espèces vues une seule fois en un seul exemplaire (a) au nombre total de relevés (N). Ce rapport est une mesure d'homogénéité du peuplement, qui permet de qualifier l'effort de l'échantillonnage (Blondel, 1975). Plus le rapport a/N est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est très bonne.

2.4.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les différents indices écologiques constituent des critères quantitatifs déterminants pour analyser les variations de la biodiversité et orienter les priorités de conservation (Bruno et Jean, 1998). Ces indices écologiques sont regroupés en deux groupes, les indices de composition et les indices de structure.

2.4.2. 1. Les indices écologiques de composition

Parmi les indices écologiques de composition utilisés pour exploiter les résultats, la richesse spécifique, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence.

2.4.2.1.1. Richesse totale (S)

La richesse totale (S) d'un peuplement est le nombre des espèces qui au sein de ce peuplement (Blondel, 1975).

2.4.2.1.2. Richesse moyenne (Sm)

La richesse moyenne (Sm) correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés (Ramade, 1984).

$$S_m = \Sigma S / N$$

2.4.2.1.3. Fréquence centésimale ou l'abondance relative (AR%)

L'abondance relative est le pourcentage des individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus recensées (N) d'un peuplement (Dajoz, 1971).

$$A.R.\% = n_i/N * 100$$

2.4.2.1.4. Fréquence d'occurrence (FO%)

La fréquence d'occurrence FO % est le pourcentage du nombre de relevés (Pi) contenant l'espèce (i) prise en considération par rapport au nombre total de relevés (P) (Dajoz, 1971).

$$F.O.\% = P_i/P \times 100$$

En fonction de la valeur de FO on distingue six (06) catégories qui sont :

Des espèces omniprésentes si FO = 100 % ; Des espèces constantes si $75\% \leq FO < 100$;

Des espèces régulières si $50\% \leq FO < 75\%$; Des espèces accessoires si $25\% \leq FO < 50\%$;

Des espèces accidentelles si $5\% \leq FO < 25\%$;

Des espèces rares si FO < 5 %.

2.4.2. 2. Les indices écologiques de structure

Les indices de structure employés pour l'exploitation des résultats sont l'indice de diversité Shannon-Weaver (H') et l'Équitabilité (E).

2.4.2.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de diversité Shannon-Weaver informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Daget, 1979). Blondel (1979) considère l'indice de diversité de Shannon comme le meilleur moyen de traduire la diversité.

$$H' = - \sum ni / N \log_2 (ni / N)$$

Avec :

ni : le nombre d'individus d'une espèce i dans l'échantillon, N : est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

Si la valeur de l'indice de diversité de Shannon est faible, la communauté doit être considérée comme pauvre en espèces. Si l'indice est élevé, la communauté est très riche et très diversifiée en espèces.

2.4.2.2.2. La diversité maximale H' max

La diversité maximale ou l'indice maximal théorique dans le peuplement. Elle est représentée par H' max. Elle est calculée par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

2.4.2.2.3. L'indice d'équirépartition ou l'équitabilité (E)

L'équitabilité des espèces est un autre moyen de mesurer la biodiversité. Elle est définie comme le rapport de la diversité calculée H' à la diversité maximale dans le peuplement H'_{\max} (Blondel, 1979).

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

La valeur de l'équirépartition E varie de 0 à 1. Lorsque E tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce (cela signifie que les effectifs des espèces récoltés ne sont pas en équilibre entre eux). Quand E tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance dans le peuplement (cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux).

2.4.3. Indice de Sorensen (Cs)

Cet autre indice mesure la similitude en espèce entre deux habitats. Elle est destinée à comparer les communautés uniquement en fonction de la nature de leurs espèces (Letendre et Pilon, 1973). L'indice de Sorensen est une mesure très simple de la biodiversité permet de quantifier le degré d'association ou de similarité de deux sites ou de deux échantillons. Elle est calculée par la formule suivante :

$$Cs = \frac{2j}{a + b}$$

Avec :

Cs : indice de Sorensen, j : le nombre d'espèces communes à deux communautés a et b, a : le nombre d'espèces présentes dans la communauté a, b : le nombre d'espèces présentes dans la communauté b.

Cet indice variant de 0 quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, les deux sites sont dissimilaires, à la valeur 1 lorsque toutes les espèces sont communes aux deux communautés.

2.4.4. Exploitation des résultats par les analyses statistiques

Le traitement statistique utilisé pour exploiter les résultats est l'analyse des correspondances multiples (ACM).

L'analyse des correspondances multiples est une méthode exploratoire multidimensionnelle qui fournit une représentation synthétique des catégories issues d'une série de critères qualitatifs, référentiels d'un protocole d'expérimentation ou d'enquête (Desbois, 2008). Cette analyse permet d'établir une représentation claire sur la dispersion des espèces fournis en fonction des stations d'étude.

Chapitre 3

Chapitre 3- Résultats

Ce chapitre regroupe les résultats de l'échantillonnage des fourmis réalisé dans les sept stations de la région de Djelfa. D'abord l'inventaire des espèces fourmis trouvées dans les sept stations d'étude est dressé. Ensuite l'exploitation des résultats par les différents indices écologiques est détaillée. Enfin le traitement des résultats par l'analyse des correspondances multiples (ACM) est présenté.

3.1. Liste systématique des espèces fourmis trouvées dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa

La liste des espèces de fourmis récoltées dans les différentes formations végétales naturelles de la région de Djelfa est mentionnée dans le tableau 4.

Tableau 4- Liste des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa en 2020

Sous-familles	Espèces	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Dolichoderinae	<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856)	+	+	+	+	-	+	+
Myrmicinae	<i>Crematogaster laestrygon</i> Emery, 1869	+	-	+	+	-	+	+
	<i>Messor arenarius</i> (Fabricius, 1787)	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Messor barbarus</i> (Linné, 1767)	-	+	-	-	-	+	-
	<i>Messor erectus</i> Espadaler, 1997	-	-	-	-	+	-	+
	<i>Messor medioruber</i> Santschi, 1910	+	-	+	+	+	+	+
	<i>Monomorium salomonis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Tetramorium biskrensis</i> Forel, 1904	-	-	+	+	-	+	-
<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	+	-	-	-	-	+	-	
Formicinae	<i>Plagiolepis</i> sp.	+	-	-	-	-	+	-
	<i>Cataglyphis albicans</i> (Roger, 1859)	+	-	+	+	-	+	+
	<i>Cataglyphis bicolor</i> (Fabricius, 1793)	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Cataglyphis bombycinus</i> (Roger, 1859)	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Camponotus erigens</i> Forel, 1894	-	-	-	-	+	-	-
<i>Camponotus foreli</i> Emery, 1881	-	-	-	+	+	-	+	
Totaux	15 espèces	8	6	7	8	6	10	8

S1: El- Mesrane; S2: Cordon-Dunaire; S3: Ezguieue; S4: Hadjer-Elmeleh; S5: Mezreb-Elali; S6: El Maalba; S7: Aliliga; -: Absence; +: Présence.

L'échantillonnage des fourmis dans les sept formations végétales naturelles de la région de Djelfa a permis de recenser 15 espèces appartenant à 3 sous familles (Tab. 4).

La sous familles la plus représentée est celle des Myrmicinae avec 8 espèces. Elle est suivie de la sous-famille des Formicinae (6 espèces). La sous famille des Dolichoderinae se manifeste par une seule espèce *Tapinoma nigerrimum*.

3.2. Qualité d'échantillonnage

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces des fourmis échantillonnées dans les sept stations d'étude, sont rapportées dans le tableau 5.

Tableau 5- Valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces de fourmis échantillonnées dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa en 2020

Paramètres	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
a.	0	0	0	0	0	0	0
E.	0	0	0	0	0	0	0
N.	11						

a : nombre des espèces contactées une seule fois et en un seul relevé ; N : nombre de relevés ; E : Qualité d'échantillonnage.

Durant tous les relevés et dans les sept stations prospectées; aucune espèce est contactée une seule fois en un seul relevé. La valeur de qualité d'échantillonnage est égale à 0. L'effort d'échantillonnage est très suffisant et la qualité d'échantillonnage est qualifiée comme très bonne.

3.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques

Les résultats sont exploités par des indices écologiques de composition et de structure.

3.3.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition utilisés pour exploiter les résultats de la diversité myrmécologique dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa sont les richesses totales et moyennes, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

3.3.1.1. Richesses totale S et moyennes Sm

Les valeurs des richesses totales et moyennes des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude sont enregistrées dans le tableau 6.

Tableau 6- Richesses totale et moyennes des espèces de fourmis récoltées dans les différentes formations végétales dans la région de Djelfa en 2020

Stations	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Sm	8	6	7	8	6	10	8
	7,6 ± 1,4						
S'm	4,5	4,6	5,1	5,6	2,6	4,2	4,4
	4,4 ± 0,9						
S	15						

S: Richesse totale; Sm: Richesse moyenne; S'm: Richesse moyenne mensuelle

S1: El- Mesrane; S2: Cordon Dunaire; S3: Ezguiegue; S4: Hadjer-elmeleh; S5: Mezreb-Elali; S6: El Maalba; S7: Aliliga.

Au totale, 15 espèces de fourmis sont répertoriées dans les différentes stations d'étude (Tab. 6). Les valeurs des richesses moyennes notées varient d'une station à une autre. La valeur la plus élevée est celle observée à El Maalba avec 10 espèces dont 1 Dolichoderinae, 6 Myrmicinae et 3 Formicinae. Elle est suivie par ce qui est notée à El- Mesrane, à Hadjer- Elmeleh et à Aliliga où 8 espèces; dont 4 Myrmicinae, 3 Formicinae et 1 Dolichoderinae sont trouvées. Dans la station d'Ezguiegue, 7 espèces sont rencontrées avec 4 Myrmicinae, 2 Formicinae et 1 Dolichoderinae. Dans le Cordon Dunaire; six espèces sont notées (3 Myrmicinae, 2 Formicinae et 1 Dolichoderinae. Le même nombre d'espèces est trouvé dans la station forestière Mezreb-Elali avec deux sous familles; Myrmicinae et Formicinae représentées chacune par trois espèces (Fig.17).

Les variations mensuelles des richesses montrent que la station Hadjer-Emeleh présente la valeur la plus élevée de S'm. Elle est suivie par la station Ezguiegue avec 5,09 et par la station du Cordon Dunaire (4,64), d'El- Mesrane (4,55), d'Aliliga (4,36) et d'El Maalba (4,18). La valeur la plus faible de la richesse moyenne, est notée dans la formation forestière de Mezreb-Elali avec une valeur de 2,64 (Fig. 18).

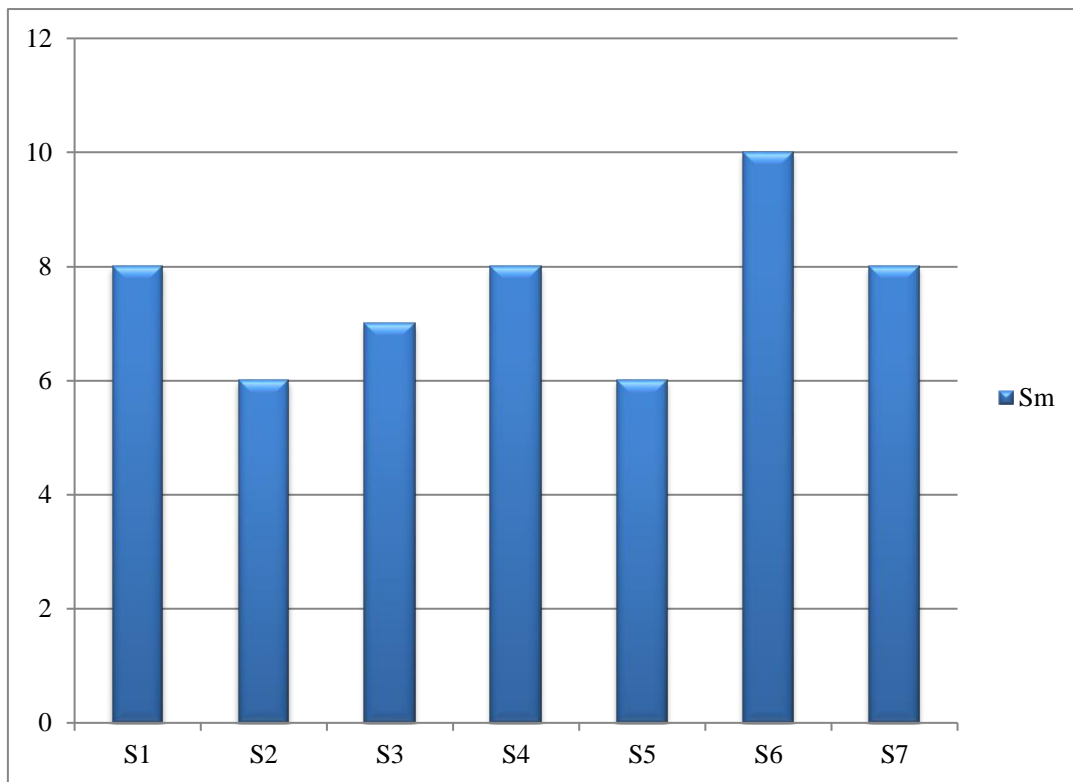


Fig.17 - Richesse totale des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations

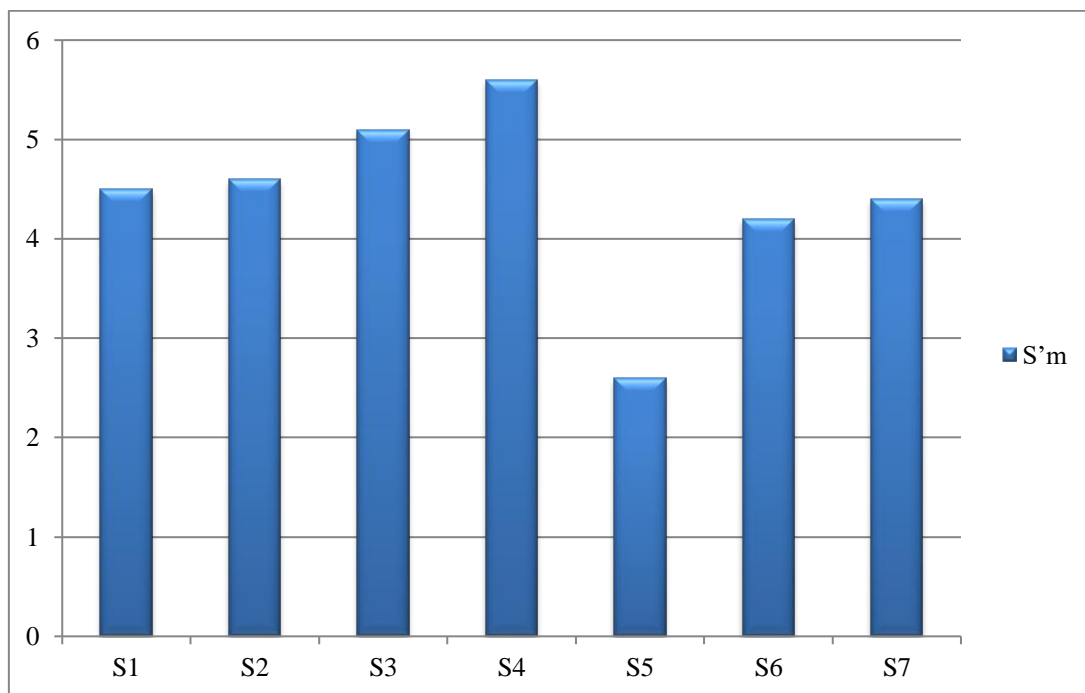


Fig.18 - Variations mensuelles des richesses de fourmis récoltées dans les sept stations

3.3.1.2. Abondance relative des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa

Les résultats de l'abondance relative des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude sont groupés dans le tableau 7.

Tableau 7- Abondances relatives des espèces de fourmis récoltées dans les différentes formations végétales dans la région de Djelfa en 2020

Espèces	AR%						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	0,51	2,3	6,65	3,07	-	0,37	4,12
<i>Crematogaster laestrygon</i>	6,63	-	1,03	17,12	-	4,32	24,2
<i>Messor arenarius</i>	-	7,54	-	-	-	-	-
<i>Messor barbarus</i>	-	37,83	-	-	-	32,35	-
<i>Messor erectus</i>	-	-	-	-	2,91	-	8,43
<i>Messor medioruber</i>	41,84	-	23,24	41,47	1,57	1,91	15,1
<i>Monomorrium salomonis</i>	4,51	15,97	55,73	23,56	65,3	45,74	35,11
<i>Tetramorium biskrensis</i>	-	-	2,17	0,98	-	0,37	-
<i>Pheidole pallidula</i>	2,3	-	-	-	-	0,31	-
<i>Plagiolepis</i> sp.	10,88	-	-	-	-	0,99	-
<i>Cataglyphis albicans</i>	1,87	-	7,4	3,74	-	4,26	1,21
<i>Cataglyphis bicolor</i>	31,46	5,62	3,77	8,16	11,55	9,38	11,64
<i>Cataglyphis bombycinus</i>	-	30,73	-	-	-	-	-
<i>Camponotus erigens</i>	-	-	-	-	18,5	-	-
<i>Camponotus foreli</i>	-	-	-	1,9	0,17	-	0,18

AR %: Abondance relative; S1: El-Mesrane; S2: Cordon-Dunaire; S3: Ezguieue; S4: Hadjer-Elmeleh; S5: Mezreb-Elali; S6: El Maalba; S7: Aliliga, -: Absence.

Les valeurs des abondances relatives des espèces de fourmis varient d'une station à une autre et d'une espèce à une autre (Tab.7, Fig.19). En effet, dans la steppe halophyte près de l'*Atriplex halimus* à El-Mesrane, l'espèce qui domine est *Messor medioruber* 41,8 % (Fig.20). Elle est suivie par *Cataglyphis bicolor* 31,5 % (Fig.21). Des faibles taux sont notés pour *Monomorrium salomonis* 4,5 %, pour *Pheidole pallidula* 2,3 %, pour *Cataglyphis albicans* 1,9 % et pour *Tapinoma nigerrimum* 0,5 %.

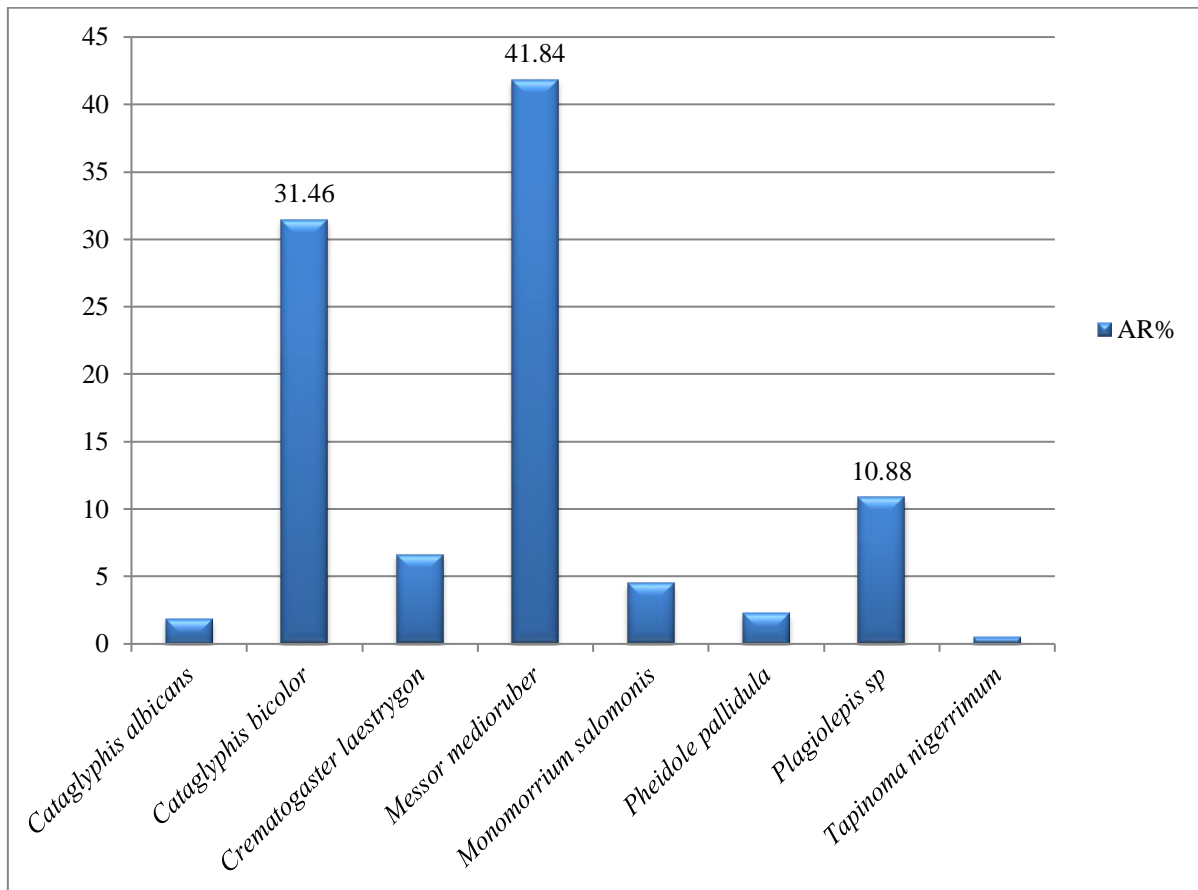


Fig.19- Abondances relatives (AR%) des fourmis associées à *Atriplex halimus*



Fig.20- *Messor medioruber* (Originale)



Fig.21- *Cataglyphis bicolor* (Originale)

Pour la formation végétale psammophyte à base de *Retama retam* et *Aristida pungens* dans le Cordon Dunaire (Fig.22), la fourmi qui domine est *Messor barbarus* 37,8 % (Fig.23). Elle est suivie par *Cataglyphis bombycinus* 30,7 % et *Monomorrium salomonis* 16 %. *Messor arenarius* (Fig.24) est représentée par un taux de 7,5 %. Les deux espèces *Cataglyphis bicolor* 5,6 % et *Tapinoma nigerrimum* 2,3 % sont faiblement représentées.

Dans la steppe halophyte à *Salsola vermiculata* de la station d'Ezguieue (Fig.25), la valeur d'abondance relative la plus élevée est notée pour *Monomorrium salomonis* (Fig.26) avec un taux égal à 55,7 %. Elle est suivie par celle notée pour *Messor medioruber* 23,2 %. Les autres espèces sont représentées par des abondances relatives comprises entre 1 et 7,5 %.

Dans la steppe graminéenne à base de spart *Lygeums partum* à Hadjer-Elmeleh (Fig. 27), l'espèce granivore *Messor medioruber* est la plus abondante avec un pourcentage de 41,5 %. Elle est suivie par *Monomorrium salomonis* 23,6 % et par *Crematogaster laestrygon* 17,1 %. L'espèce qui possède la plus faible abondance est *Camponotus foreli* avec un taux de 1,9 %.

En ce qui concerne la formation forestière dominée par *Pinus halepensis* à Mezreb-Elali (Fig. 28), l'espèce qui domine est *Monomorrium salomonis* avec un taux d'abondance égale à 65,3 %. Elle est suivie par *Camponotus erigens* avec 18,5 % puis par *Cataglyphis bicolor* avec 11,5 %. Les autres espèces sont faiblement représentées.

Pour la steppe qui abrite l'armoise blanche *Artemisia herba alba* à El Maalba (Fig. 29), la valeur de l'abondance relative la plus élevée est notée pour *Monomorrium salomonis* avec un taux de 45,7 %. Elle est suivie par *Messor barbarus* avec 32,3 %, par *Cataglyphis bicolor* (9,4 %), par *Crematogaster laestrygon* (4,3 %) et par *Cataglyphis albicans* (4,2 %). Les 5 espèces qui restent sont caractérisées par une abondance relative qui ne dépasse pas 2 %.

Dans la formation steppique à *Stipa tenacissima* au niveau d'Aliliga (Fig. 30), *Monomorrium salomonis* prends la tête de liste avec 35,1 %. Elle est suivie par *Crematogaster laestrygon* (Fig. 31) avec 24,2 %. *Camponotus foreli* avec un taux de 0,2 % se classe en dernière position.

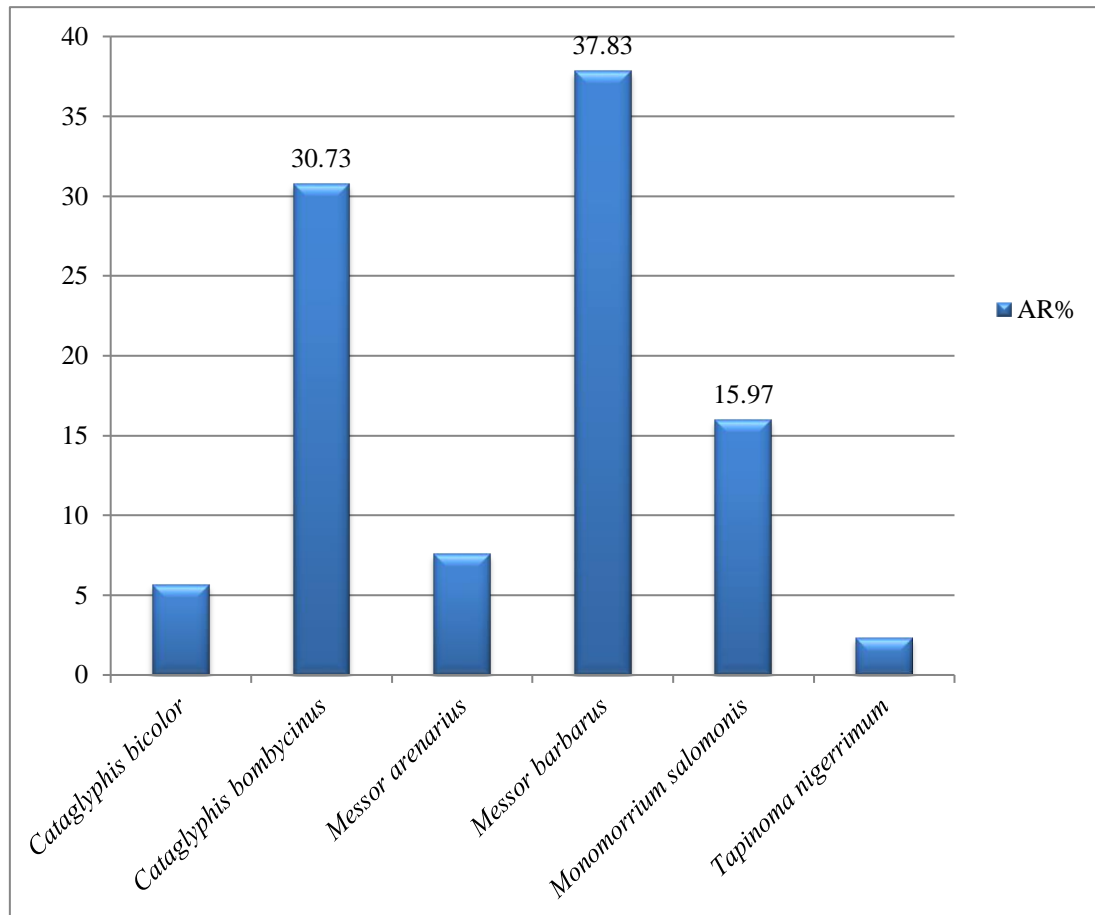


Fig.22 - Abondances relatives (AR%) des fourmis associées à *Retama retam*



Fig.23- *Messor barbarus* (Originale)



Fig.24- *Messor arenarius* (Originale)

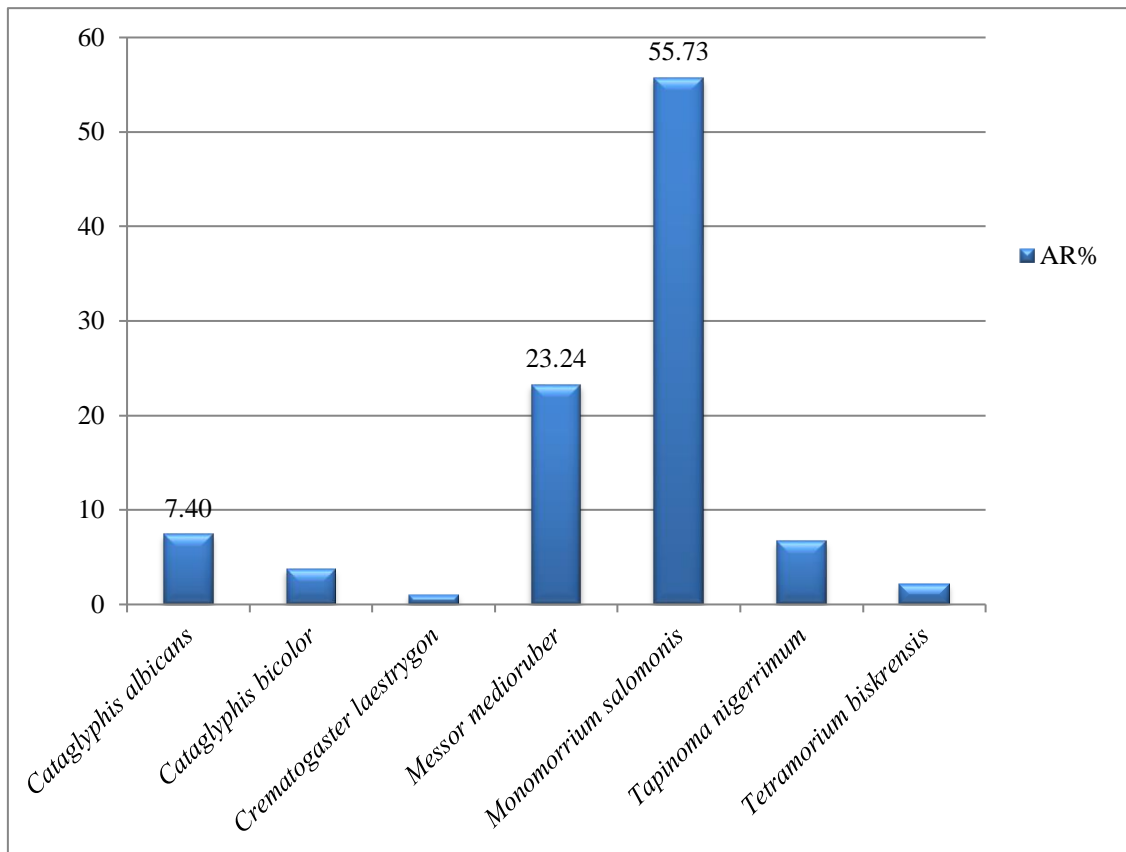


Fig.25- Abondances relatives (AR%) des fourmis associées à *Salsola vermiculata*



Fig.26- *Monomorrium salomonis* (Originale)

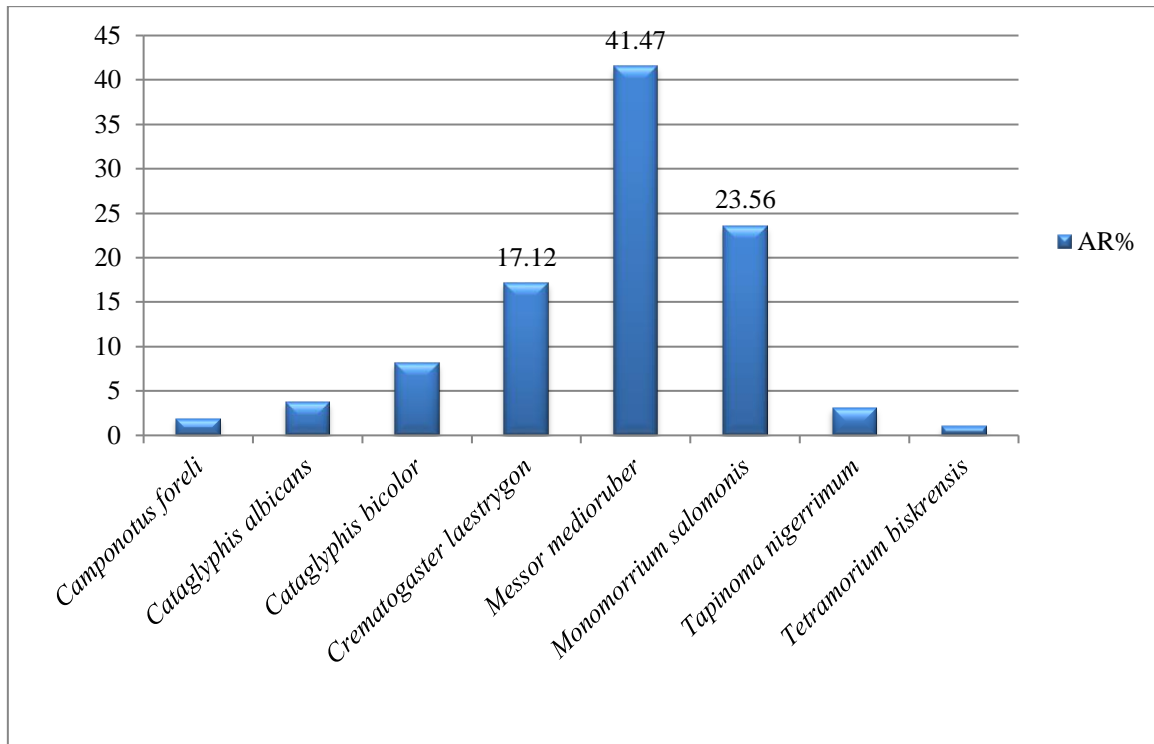


Fig.27- Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à *Lygeus partum*

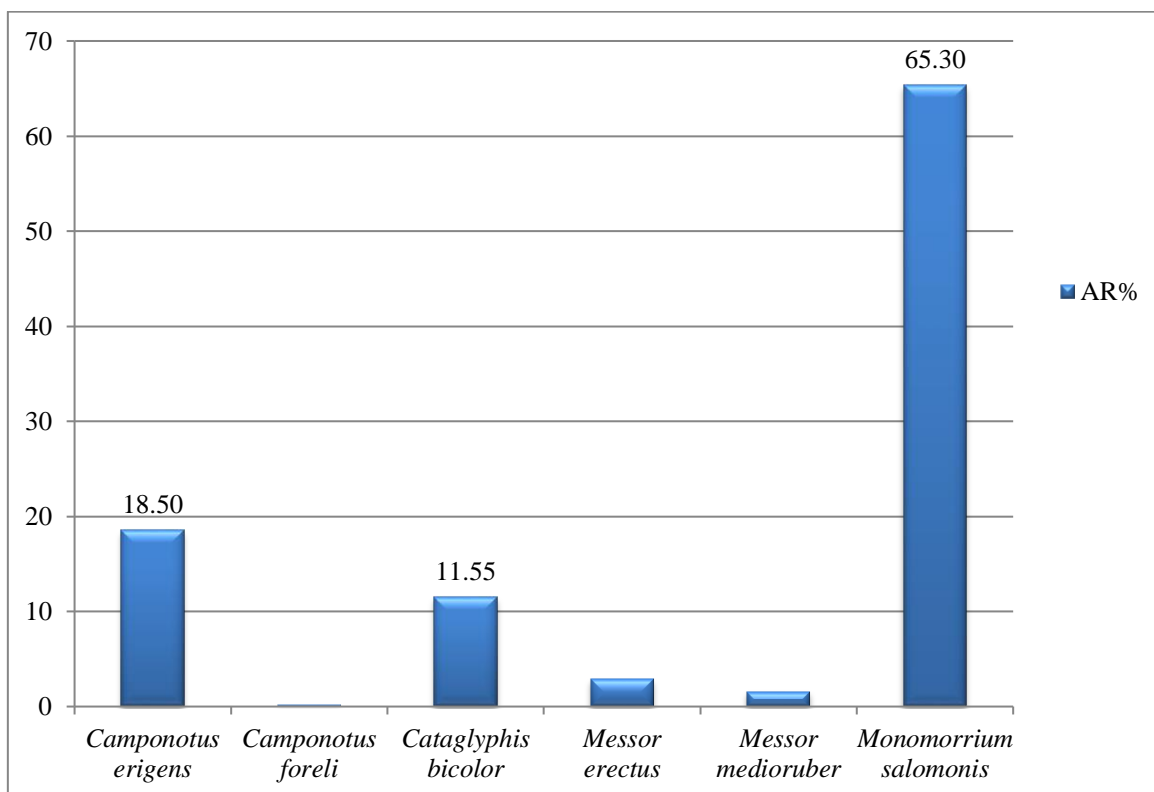


Fig.28- Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à *Pinus halepensis*

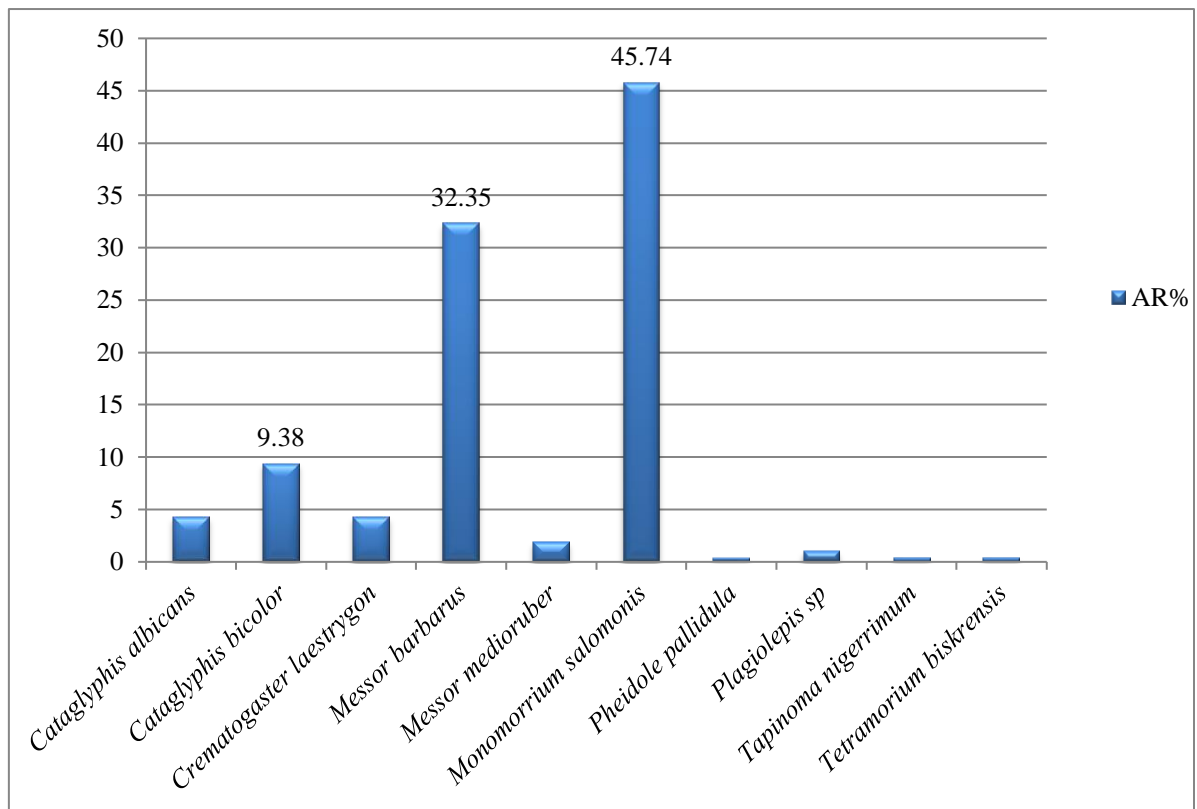


Fig.29- Abondances relatives (AR%) des fourmis associées à *Artemisia herba alba*

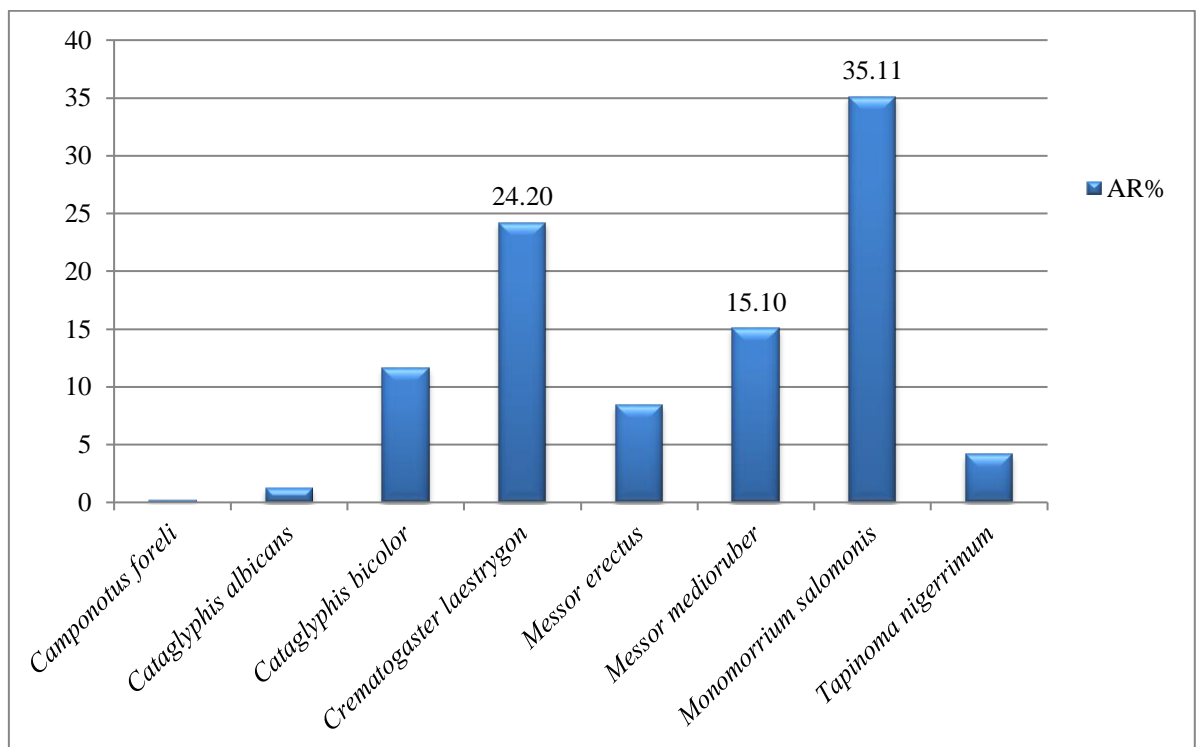


Fig.30- Abondances relatives (AR %) des fourmis associées à *Stipa tenacissima*

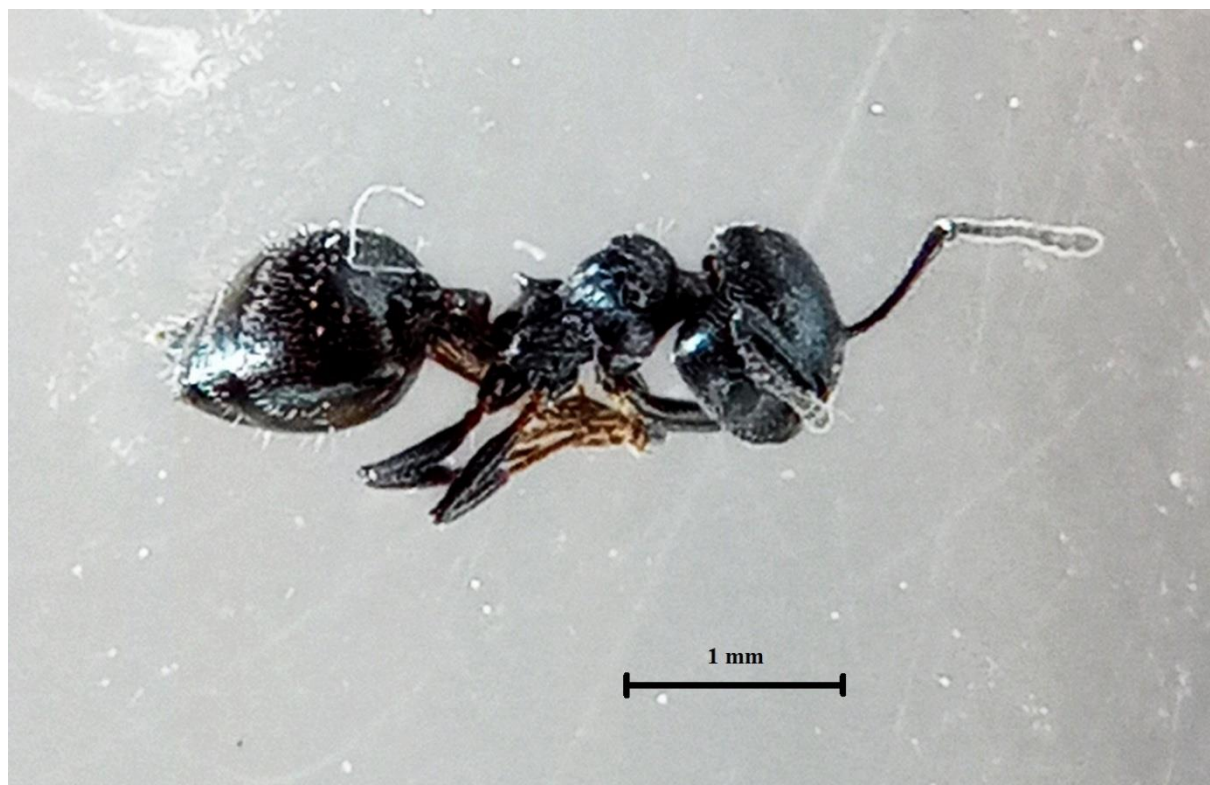


Fig.31- *Crematogaster laestrygon* (Originale)

3.3.1.3. Fréquence d'occurrence des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa

Les valeurs des fréquences d'occurrences des fourmis récoltées dans les sept stations d'étude sont illustrées dans le tableau 8.

Tableau 8- Fréquences d'occurrence des espèces de fourmis récoltées dans les différentes formations végétales dans la région de Djelfa en 2020

Espèces	FO %						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	18,18	54,55	45,45	36,36	-	27,27	27,27
<i>Crematogaster laestrygon</i>	72,73	-	36,36	100	-	72,73	100
<i>Messor arenarius</i>	-	81,82	-	-	-	-	-
<i>Messor barbarus</i>	-	100	-	-	-	27,27	-
<i>Messor erectus</i>	-	-	-	-	45,45	-	54,55
<i>Messor medioruber</i>	63,64	-	100	90,91	27,27	54,55	54,55
<i>Monomorrium salomonis</i>	45,45	81,82	100	90,91	63,64	72,73	72,73
<i>Tetramorium biskrensis</i>	-	-	72,73	18,18	-	9,09	-
<i>Pheidole pallidula</i>	54,55	-	-	-	-	18,18	-
<i>Plagiolepis</i> sp.	63,64	-	-	-	-	18,18	-
<i>Cataglyphis albicans</i>	54,55	-	72,73	72,73	-	72,73	54,55
<i>Cataglyphis bicolor</i>	81,82	81,82	81,82	63,64	54,55	45,45	63,64
<i>Cataglyphis bombycinus</i>	-	63,64	-	-	-	-	-
<i>Camponotus erigens</i>	-	-	-	-	63,64	-	-
<i>Camponotus foreli</i>	-	-	-	90,91	9,09	-	9,09

FO %: Fréquences d'occurrence; S1: El- Mesrane; S2: Cordon-Dunaire; S3: Ezguieue; S4: Hadjer-Elmeleh; S5: Mezreb-Elali; S6: El Maalba; S7: Aliliga, -: Absence.

Les résultats de calcul de la fréquence d'occurrence varient d'une station à une autre (Tab.8). Au niveau du premier groupement halophyte d'*Atriplex halimus* d'El- Mesrane, il existe trois catégories d'occurrences. La catégorie des espèces régulières ($50 \% \leq FO < 74 \%$) représentée par *Crematogaster laestrygon* (FO % = 72,7 %), *Messor medioruber* (FO % = 63,6 %), *Pheidole pallidula* (FO % = 54,6 %), *Plagiolepis* sp. (FO % = 63,6 %) et *Cataglyphis albicans* (FO% = 54,6%). La catégorie des espèces constantes qui regroupe une seule espèce *Cataglyphis bicolor* (FO % = 81,8 %) et la catégorie des espèces dites accessoires est représentée par *Monomorrium salomonis* (FO % = 45,6%) et enfin la catégorie des fourmis accidentelles qui renferme une seule espèce *Tapinoma nigerrimum* (FO % = 18,2 %) (Fig. 32).

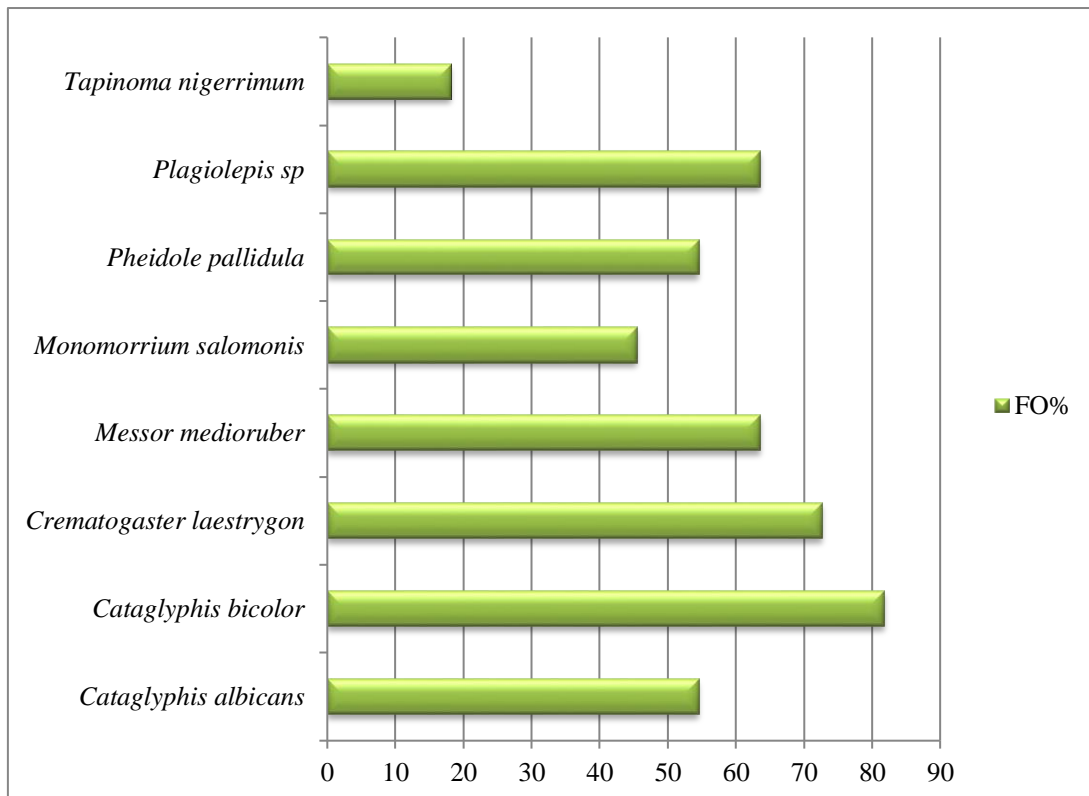


Fig.32 - Fréquences d'occurrences. (FO %) des fourmis associées à *Atriplex halimus*

Les espèces *Messor arenarius*, *Monomorrium salomonis* et *Cataglyphis bicolor* sont plutôt qualifiées constantes ($75 \% \leq FO < 100 \%$) dans la steppe psammophyte. Au sein du même site, *Cataglyphis bombycinus* (FO % = 63,6 %) et *Tapinoma nigerrimum* (FO % = 54,5%) sont régulières. *Messor barbarus* se manifeste durant tous les mois d'échantillonnage. Elle est omniprésente FO % = 100 % (Fig. 33).

Dans le deuxième groupement halophyte *Salsola vermiculata* d'Ezguieue; quatre groupes d'occurrence sont recensés. Le premier groupe est celui des espèces omniprésentes (FO% = 100 %) qui contient *Messor medioruber* et *Monomorrium salomonis*. Le deuxième groupe ne contient qu'une seule espèce constante soit *Cataglyphis bicolor* (FO % = 81,8 %). Le troisième groupe des espèces régulières (FO% = 72,7%) se compose de deux espèces qui sont *Tetramorium biskrensis* et *Cataglyphis albicans*. Le dernier groupe des espèces accessoires est aussi représenté par deux espèces *Tapinoma nigerrimum* (FO % = 45,5 %) et *Crematogaster laestrygon* (FO % = 36,4 %) (Fig. 34).

Pour la steppe graminéenne à *Lygeum spartum* sise à Hadjer-Elmeleh, trois espèces sont répertoriées dans la classe des espèces constantes FO% = 90,1 % soit *Messor medioruber*, *Monomorrium salomonis* et *Camponotus foreli*. Les espèces régulières sont *Cataglyphis albicans* (FO% = 72,7%) et *Cataglyphis bicolor* (FO % = 63,4 %). La seule espèce omniprésente, dans cette station, est *Crematogaster laestrygon* (FO % = 100 %). La classe des espèces accessoires contient aussi une seule espèce soit *Tapinoma nigerrimum* (FO% = 36,4%). La catégorie des espèces accidentelles est également présentée par la seule espèce *Tetramorium biskrensis* (FO % = 18,2 %) (Fig. 35).

La formation forestière de Mezreb-Elali présente 3 catégories de constance. *Monomorrium salomonis*, *Cataglyphis bicolor* et *Camponotus erigens* sont régulières ($50 \% \leq FO < 75 \%$). Les deux espèces granivores *Messor erectus* (FO % = 45,4 %) et *Messor medioruber* (FO % = 27,3 %) sont accessoires. L'espèce *Camponotus foreli* (FO % = 9,1 %) est accidentelle (Fig. 36).

Trois catégories d'occurrences sont reconnues dans la formation steppique d'*Artemisia herba alba* à El-Maalba. La catégorie des espèces régulières ($50 \% \leq FO < 75 \%$) représentée par 4 espèces *Crematogaster laestrygon*, *Messor medioruber*, *Monomorrium salomonis* et *Cataglyphis albicans*. La catégorie des espèces accessoires ($25 \% \leq FO < 50 \%$) qui contient les 3 espèces *Cataglyphis bicolor*, *Messor barbarus* et *Tapinoma nigerrimum*. Enfin la classe des espèces accidentelles ($5 \% \leq FO < 25 \%$) qui est également représentée par 3 espèces qui sont *Plagiolepis* sp., *Pheidole pallidula* et *Tetramorium biskrensis* (Fig. 37).

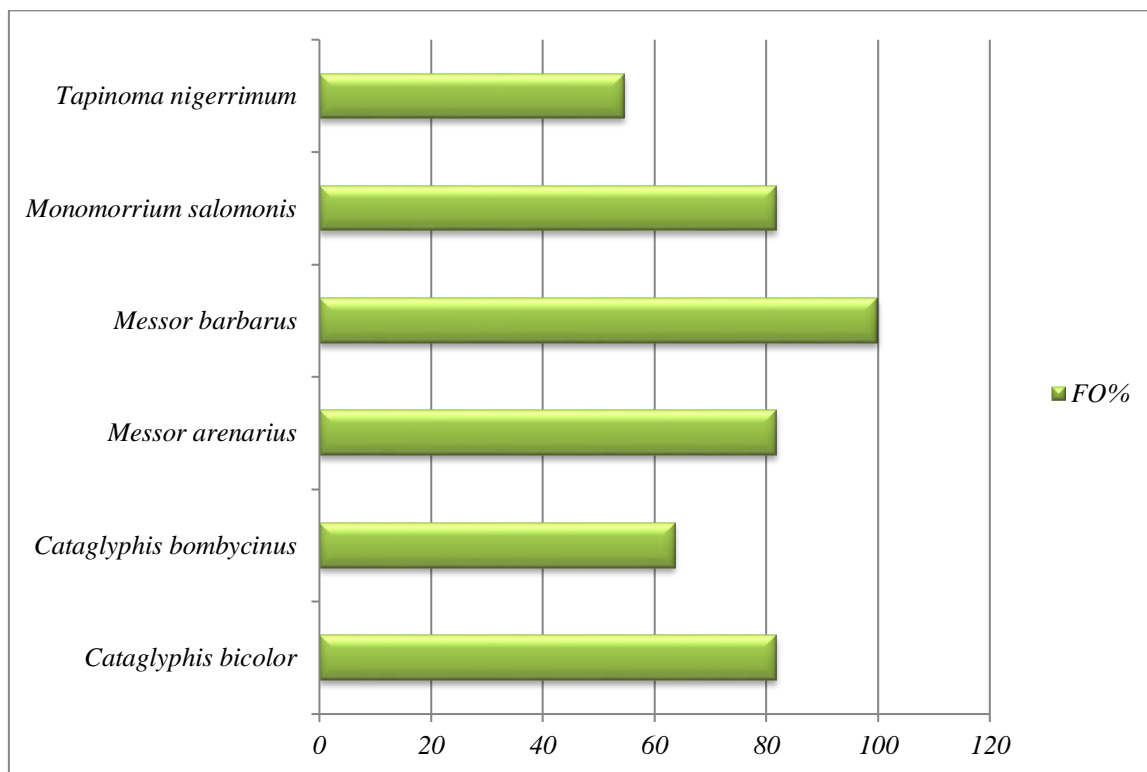


Fig.33 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à *Retama retam*

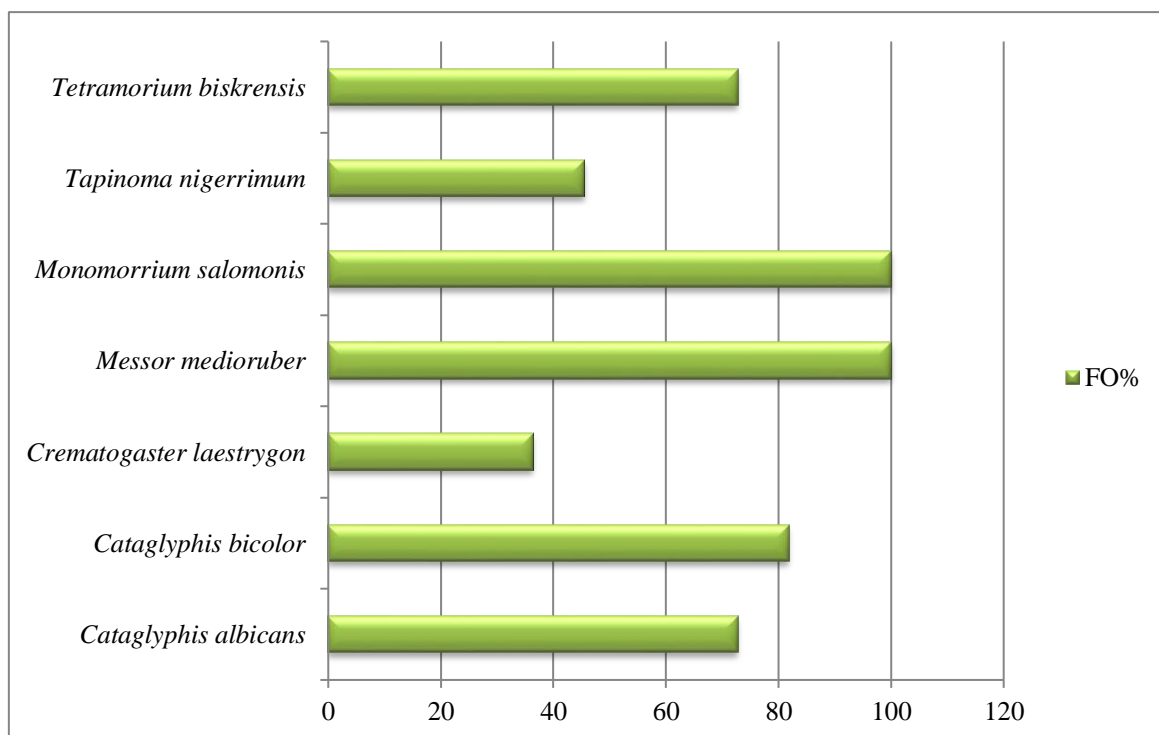


Fig.34 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à *Salsola vermiculata*.

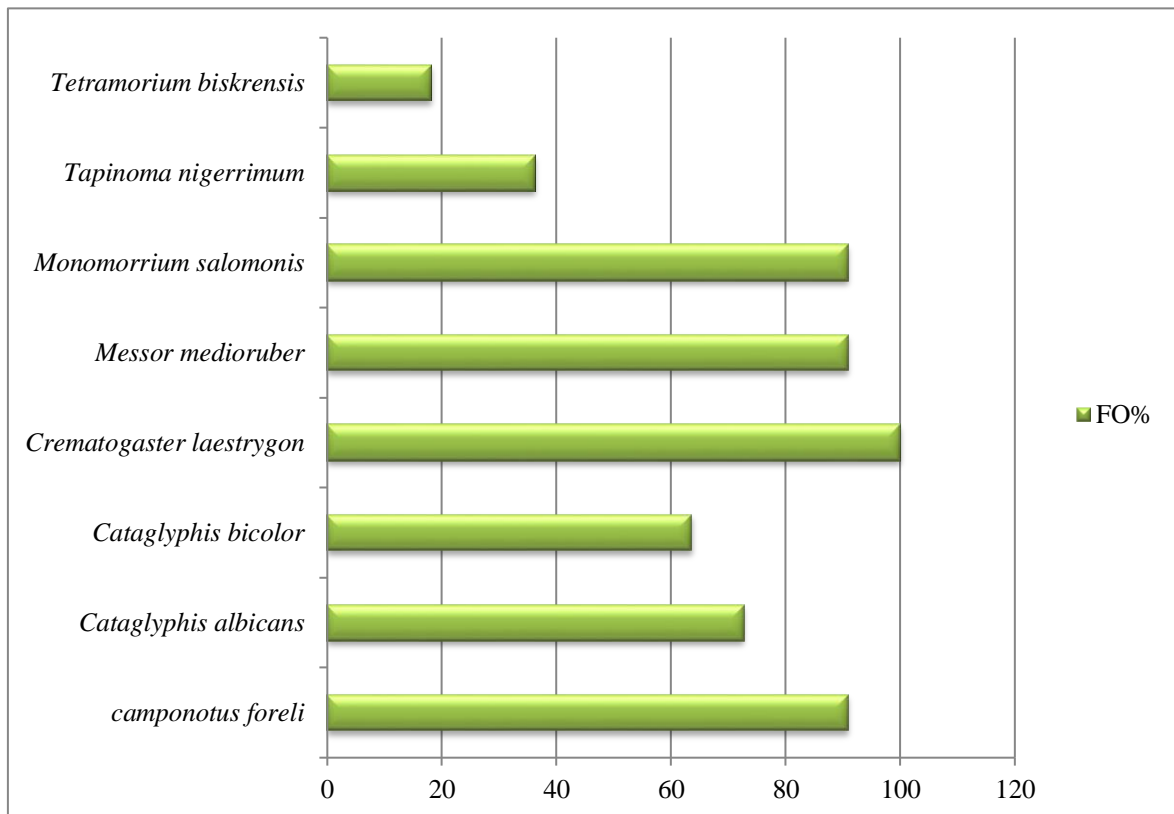


Fig.35- Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à *Lygeum spartum*

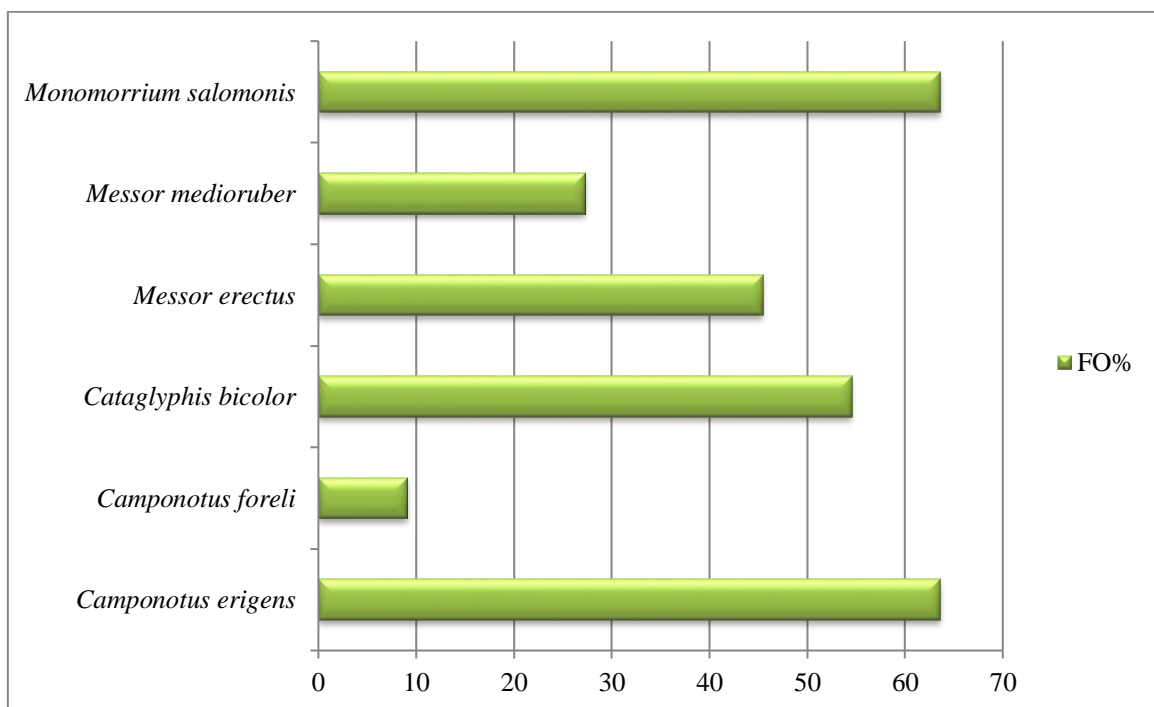


Fig.36- Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à *Pinus halepensis*

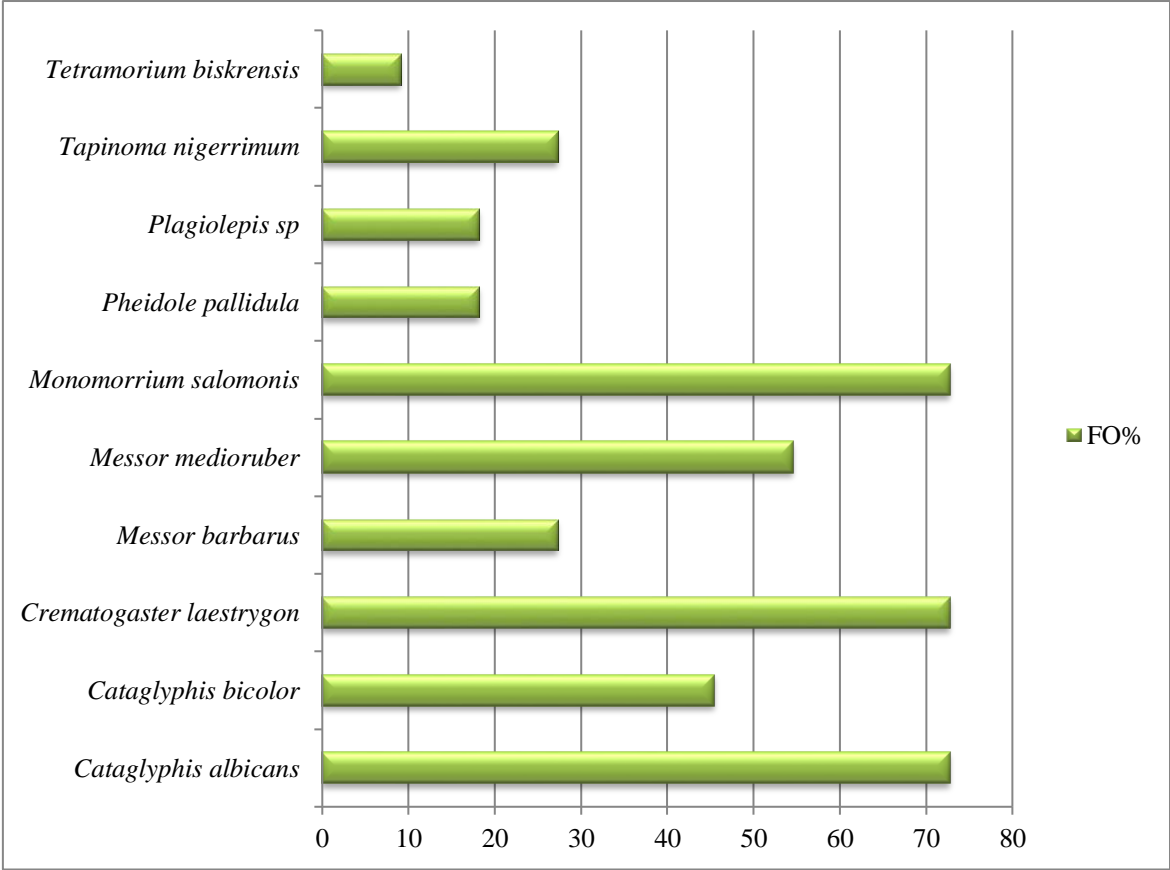


Fig.37- Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à *Artemisia herba alba*

Quatre catégories d'occurrences sont notées dans la steppe alfatière *Stipa tenacissima* au niveau d'Aliliga, cinq espèces sont qualifiées régulières ($50 \% \leq FO < 75 \%$) soit *Monomorrium salomonis*, *Cataglyphis bicolor*, *Messor erectus*, *Messor medioruber* et *Cataglyphis albicans*. *Tapinoma nigerrimum* est considérée comme accessoire ($FO \% = 27,8 \%$) et *Camponotus foreli* comme espèce accidentelle ($FO \% = 9,1 \%$). *Crematogaster laestrygon* se retrouve seule dans la classe des espèces omniprésentes $FO\% = 100 \%$ (Fig. 38).

3.3.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure utilisés pour exploiter les résultats de la diversité myrmécologique dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de Diversité maximale et d'équitabilité.

3.3.2.1. Indice de Shannon- Weaver des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa

Les valeurs des indices de diversité de Shannon-Weaver H' et l'équitabilité E des différentes espèces de fourmis trouvées dans les sept stations d'étude de la région de Djelfa sont regroupées dans le tableau 9.

Tableau 9- Indices de Shannon-Weaver H' et d'équitabilité E dans les différentes formations végétales de la région de Djelfa en 2020

Indice	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	ΣS
Total des espèces (S)	8	6	7	8	6	10	8	15
Shannon et Weaver H' (bits)	2,13	2,11	1,86	2,25	1,47	2,01	2,38	2,85
Diversité maximale (H'max)	3	2,58	2,81	3,00	2,58	3,32	3	3,91
Equitabilité (E)	0,71	0,81	0,66	0,75	0,57	0,61	0,79	0,73

S1: El- Mesrane; S2: Cordon-Dunaire; S3: Ezguieue; S4: Hadjer-Elmeleh; S5: Mezreb-Elali; S6: El Maalba; S7: Aliliga; ΣS : Valeurs globales pour les sept stations confondues.

L'indice de Shannon-Weaver calculé pour les sept stations confondues a donné une valeur de 2,85 bits. Pour ce qui est des diversités notées pour chaque formation végétales, les valeurs calculées varient de 1,5 bits dans la station de Mezreb-Elali à 2,4 bits dans la station d'Aliliga. Cela confirme la grande diversité en espèces de Formicidae dans la région steppique de Djelfa (Tab.9).

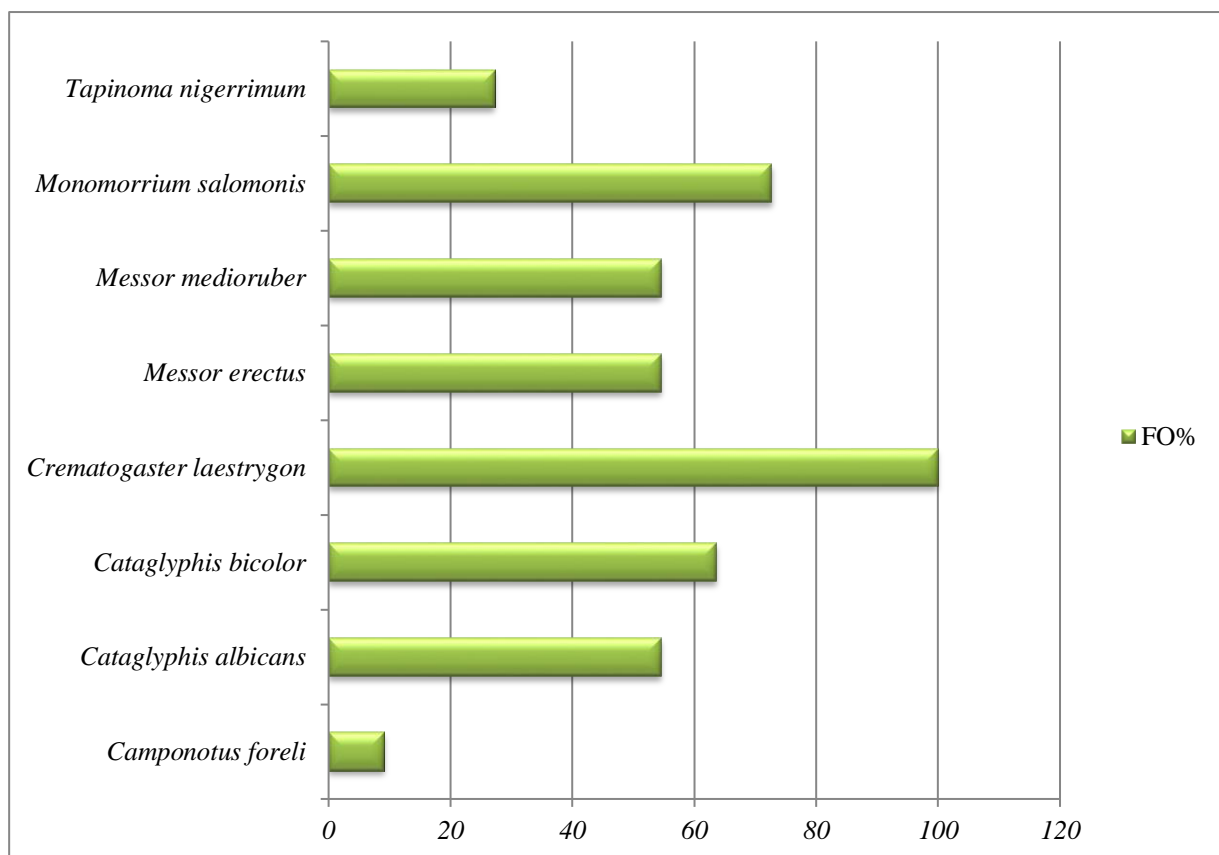


Fig.38 - Fréquences d'occurrences (FO %) des fourmis associées à *Stipa tenacissima*

3.3.2.2. Indice d'équitabilité des espèces de fourmis récoltées dans les sept stations d'étude dans la région de Djelfa

En ce qui concerne l'équitabilité, la valeur de E obtenue pour toutes les stations confondues est de 0,7 bits (Tab.9). De même, les valeurs d'équitabilité calculées pour chaque formation végétale varient de 0,6 bits enregistrée au niveau de la station de Mezreb-Elali, à 0,8 bits notée au niveau du Cordon-Dunaire. Ces valeurs tendent vers 1 ce qui indique que les effectifs des espèces fourmis tendent à être en équilibre entre eux.

3.4. Similarité de la richesse myrmécofaune entre les sept formations végétales par l'indice de Sorensen (Cs)

Afin de mieux exploiter les résultats obtenus, l'indice de similarité de Sorensen est utilisé pour comparer la composition myrmécologiques entre les sept stations d'étude.

Les valeurs de l'indice de similarité de Sorensen appliqués aux espèces répertoriées dans les sept stations sont exprimées dans le tableau 10.

Tableau 10-Indice de similarité de Sorensen calculé entre les sept stations d'étude en 2020

Stations	S2	S3	S4	S5	S6	S7
S1	0,43	0,8	0,75	0,43	0,89	0,75
S2		0,46	0,43	0,33	0,5	0,43
S3			0,93	0,46	0,82	0,8
S4				0,57	0,78	0,88
S5					0,38	0,57
S6						0,67

S1: El-Mesrane; S2: Cordon-Dunaire; S3: Ezguiegue; S4: Hadjer-Elmeleh; S5: Mezreb-Elali; S6: El Maalba; S7: Aliliga.

Le coefficient de similarité Cs permet de ressortir les ressemblances et les différences en termes d'espèces entre les différents milieux prospectés. Les valeurs de Cs obtenues indiquent une grande similarité en myrmécofaune entre *Salsola vermiculata* et *Lygeum spartum* (CS= 0,93); entre *Atriplex halimus* et *Artemisia herba alba* (CS= 0,9), entre *Lygeum spartum* et *Stipa tenacissima* (CS= 0,9), entre *Lygeum spartum* et *Artemisia herba alba* (CS= 0,8) et entre *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata* (CS= 0,8). Par contre, une très faible similarité en fourmis est marquée entre la formation psammophyte à base de *Retama retam* et le milieu forestier de *Pinus halepensis* avec une valeur de 0,3.

3.5. Résultats des analyses statistiques

Le traitement statistique par l'analyse des correspondances multiples montre qu'il ya 11 groupes d'espèces de fourmis (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J et K) correspondant aux sept stations prospectées. Le groupe (A) contient les deux espèces *Monomorium salomonis* et *Cataglyphis bicolor* qui sont des espèces cosmopolites et qui s'acclimatent aux sept formations végétales. Au niveau du groupe (B) se trouvent les deux espèces *Crematogaster laestrygon* et *Cataglyphis albicans*. Ces espèces sont associées à cinq formations végétales, la steppe halophyte riche en *Atriplex halimus*, la steppe halophyte qui abrite *Salsola vermiculata*, la steppe à *Lygeums partum*, la steppe à *Artemisia herba alba* et la steppe à *Stipa tenacissima*. Les espèces qui s'adaptent à la steppe halophyte à *Atriplex halimus* et à la steppe à *Artemisia herba alba* qui sont *Pheidole pallidula* et *Plagiolepis* sp. constituent le groupe (C). Le groupe (D) est composé par *Messor barbarus*. Cette espèce est répandue à la steppe psammophyte et à la steppe à *Artemisia herba alba*. Dans le groupe (E), se trouve *Messor erectus*; une espèce associée le plus aux formations forestière et alfatière. Le groupe (F) est constitué par une seule espèce trouvée à la steppe de *Lygeums partum*, à la formation forestière de *Pinus halepensis* et à la steppe de *Stipa tenacissima*. Cette espèce est *Camponotus foreli*. Le groupe (G) regroupe la seule espèce qui se manifeste à la fois à la steppe halophyte à *Salsola vermiculata*, à la steppe à *Lygeums partum* et à la steppe à *Artemisia herba alba* qui est *Tetramorium biskrensis*. Le groupe (H) renferme l'espèce granivore *Messor medioruber* qui se développe dans six formations végétales qui sont la steppe halophyte à *Atriplex halimus*, la steppe à halophyte à *Salsola vermiculata*, la steppe à *Lygeums partum*, la formation forestière de *Pinus halepensis*, la steppe à *Artemisia herba alba* et la steppe à *Stipa tenacissima*. Le groupe (I) recèle une seule espèce *Tapinoma nigerrimum* qui est notée aussi dans six formations steppiques sauf dans la formation forestière. Le groupe (J) est formé par deux espèces. Le groupe (K) contient une seule espèce *Camponotus erigens*, qui est propre à la formation forestière de *Pinus halepensis* (Fig. 39).

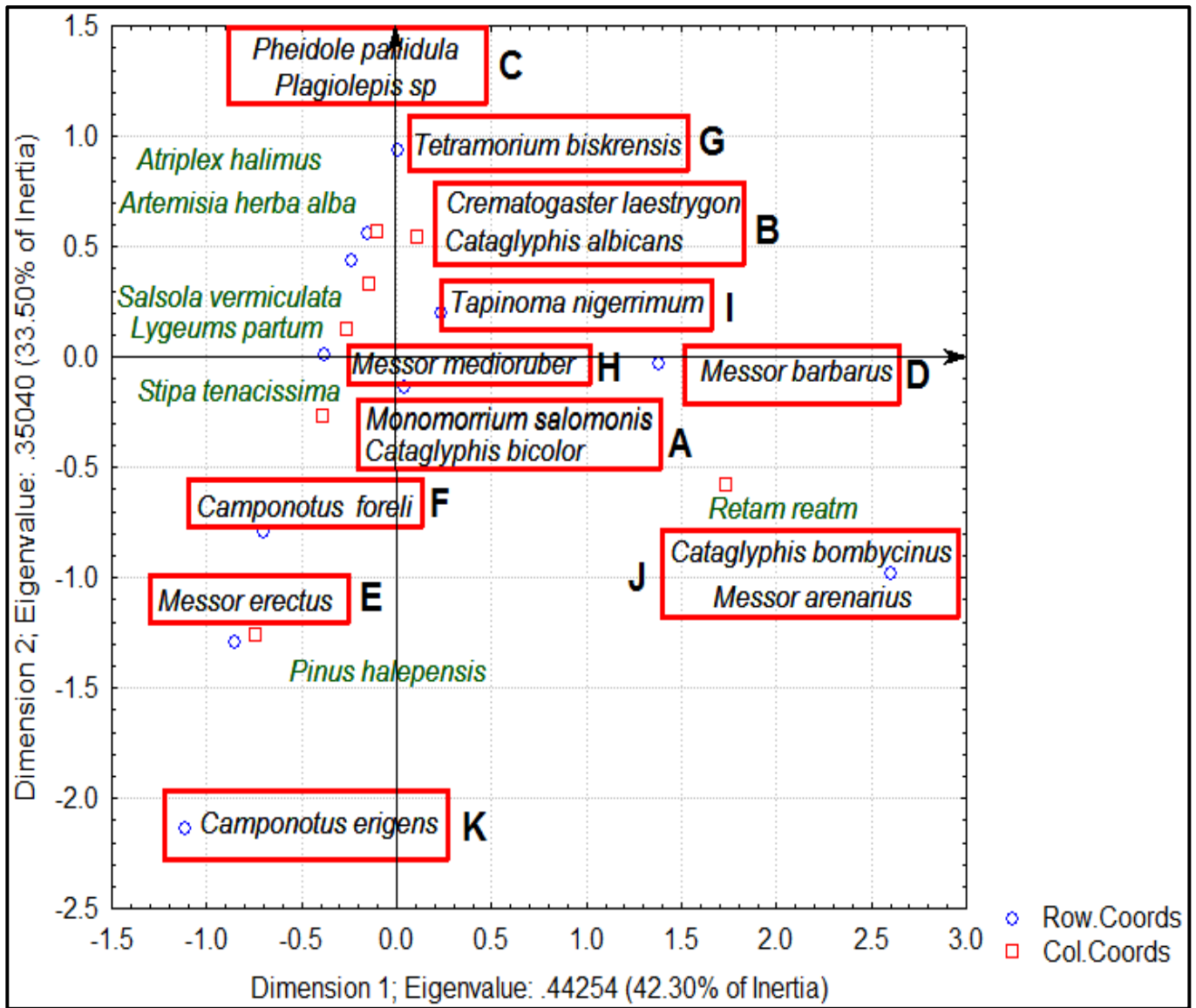


Fig39 -Analyse des correspondances multiples (ACM)

Chapitre 4

Chapitre 4 - Discussion des résultats

Les résultats de la diversité myrmécofaune et les interactions entre les Formicidae et la végétation qu'elle abrite sont discutés dans le présent chapitre.

4.1. Discussion des résultats de la richesse totale

Les Formicidae sont des insectes sociaux très répandues dans les plaines et les plateaux algériens (Santschi, 1917, Cagniant, 1968, 1969). L'étude de la myrmécofaune dans les sept formations végétales naturelles de la région de Djelfa, a permis d'identifier 15 espèces réparties en 3 sous familles. Ayant travaillé dans quelques milieux de la région steppique de Djelfa, Bouzekri et *al.* (2015) ont recensé un total de 9 espèces. Dans le Nord - Est, Abdi-Hamecha et *al.* (2021) avancent le nombre jusqu'à 27 espèces. Le couvert végétal dense dans les régions du Nord, en particulier dans les massifs forestiers constitue un milieu favorable aux développements des arthropodes notamment les fourmis (Belmadani et *al.*, 2014, Ailam et *al.*, 2016, Bendjoudi et *al.*, 2018, Henine-Maouche et *al.*, 2020, Abdi-Hamecha et *al.*, 2021).

Les sous familles identifiées dans le présent travail sont les Dolichoderinae, les Myrmicinae et les Formicinae. Les mêmes sous familles sont signalées dans plusieurs régions steppiques en Algérie (Souttou et *al.*, 2011, Bouzekri et *al.*, 2015, Barech et *al.*, 2018, Amara et *al.*, 2020). Dans un milieu steppique près de Djelfa, Brague-Bourragba et *al.* (2006) n'ont pu identifier que 2 sous familles. Ces auteurs excluent la présence des Dolichoderinae. Ayant travaillé dans le lac salé du Chott El Hodna, Barech et *al.* (2016) avancent le nombre de sous famille jusqu'à 4. Ces auteurs ajoutent la présence des Dorylinae. Une sous famille qui n'est pas identifiée dans les sept formations végétales prospectées à Djelfa.

Par rapport au nombre d'espèces trouvées dans chaque station, les présents résultats révèlent l'existence de 10 espèces dans la steppe d'*Artemisia herba alba*, huit espèces dans les steppes halophytes, graminéennes et 7 espèces dans la steppe *Atriplex halimus*. Six espèces sont notées dans les deux milieux dunaire et forestier. Les interactions entre les fourmis et les formations végétales sont assez particulières et sont observées dans plusieurs écosystèmes en Algérie. Dans la steppe Centre- Est, Barech et *al.* (2018) signalent 15 espèces aux abords du Barrage El Ksob dans la région de M'sila. Ce site renferme des formations steppiques composées par *Artemisia herba-alba*, *Stipa retorta* et *Scorzonera undulata*. Cinq espèces de fourmis sont répertoriées par Amara et *al.* (2020) dans les psammophytes d'Oued

M'zi au Sud de Djelfa. Bouzekri et *al.* (2014) ont recensé 6 espèces dans une steppe protégée couverte par l'alfa près de Djelfa. Barech (2014) a trouvée 17 espèces de fourmis, dans le site Oum Laadam, au niveau de la Réserve Naturelle de Mergueb qui se caractérise par la dominance *Salsola vermiculata*. Au niveau de la pinède de la forêt du Senalba El Chergui à Djelfa, Bouzekri et *al.* (2015) ont noté une richesse totale de 5 espèces de fourmis. Le même nombre d'espèce est notée dans la région semi aride d'Est d'Oum El Bouaghi (Zaidi et *al.*, 2021). Ailleurs, dans plusieurs écosystèmes steppiques méditerranéens; la diversité des formicidés est élevée à très élevée (Heatwole et Muir, 1989, Retana et Cerdá, 2000, Cerdá et *al.*, 2009, Elkeroumi et *al.*, 2012).

4.2. Discussion des résultats de l'abondance relative des formicidés

Les variations des abondances relatives des fourmis dans les sept formations végétales montrent que *Monomorium salomonis* domine dans la steppe halophyte près de *Salsola vermiculata* 55,7 %, dans la formation steppique d'*Artemisia herba alba* avec un taux de 45,7 % et dans la steppe alfatière de *Stipa tenacissima* avec une abondance égale 35,1 %. Cette fourmi très caractéristique des régions arides sèches de l'Algérie domine ainsi dans les steppes protégées riches en *Stipa tenacissima*, *Teucrium polium*, *Artemisia campestris*, *Thymus ciliates* et *Artemesia herba-alba* (Bouzekri et *al.*, 2014). Barech et *al.* (2018) signalent que cette espèce est la plus fréquente aux abords du Barrage El Ksob dans la région de M'sila. Ce site renferme des formations steppiques composées par *Stipa retorta*, *Scorzonera undulata* et *Artemesia herba-alba*. Au Sénégal, Dieng et *al.* (2019) ont montré que la myrmécofaune caractéristique des zones tropicales sèches, est dominée par les Myrmicinae, notamment *Monomorium salomonis*. Cette dernière espèce est la plus abondante dans la forêt d'arganiers au Maroc (Ajerrar et *al.*, 2020). Délye (1968) considère *Monomorium salomonis* comme espèce à exigences thermiques assez élevées, et peuple les biotopes arides. Cagniant (1973) ajoute que *Monomorium salomonis* se présente comme une fourmi nettement héli-xérophile, abondante dans tous les biotopes chauds, secs et ensoleillés. Ceci justifie sa présence dans les vastes steppes de *Salsola vermiculata*, d'*Artemesia herba alba* et la steppe de *Stipa tenacissima* de Djelfa.

La dominance de *Monomorium salomonis* est aussi observée dans la formation forestière de *Pinus halepensis* avec une abondance de 65,3 %. Il est connu que cette petite fourmi supporte bien les forêts sèches ou fortement endommagées ainsi que les milieux acides caractérisant les sols et les sous feuilles des arbres du pin sous les quels sont construits les

nids (Bernard, 1945; Cagniant, 1968). Cependant, dans un milieu halophyte dominé par *Atriplex halimus* au niveau du Chott El Hodna, la valeur d'abondance relative de *Monomorium salomonis* est très faible 5,8 % (Barech et al., 2016). Une valeur comparable à ce qui est trouvé dans la présente étude au niveau de la formation halophyte d'*Atriplex halimus*. Dans ce dernier site, l'espèce la mieux représentée est *Messor medioruber* 41,8 %. Cette dernière est la myrmecinae la plus fréquente dans un milieu reboisé par le pin d'Alep associé à différentes formations végétales naturelles steppiques (Bouzekri et al., 2015). Cette même espèce vient en tête de liste 41,5 % dans la steppe graminéenne à base de spart *Lygeum spartum* est en troisième position dans la steppe alfatière *Stipa tenacissima*. Barech (2014) a confirmé la dominance du *Messor medioruber* dans le site Oum Mrazem, au niveau de la Réserve Naturelle de Mergueb qui se caractérise par l'Alfa *Stipa tenacissima*. Ayant travaillé dans une steppe dominé par *Stipa tenacissima*; Bouzekri et al. (2014) ont confirmé la dominance des espèces du genre *Messor* dans les steppes de Djelfa. Dans le Chott El-Hodna, trois espèces du même genre; *Messor medioruber*, *Messor arenarius* et *Messor* sp.1 sont notées; avec des valeurs relativement élevées, dans un milieu naturel riche en *Retama retam* associée à d'autres formations végétales herbacées (Barech et al., 2016). Cette dominance est aussi notée dans le cadre de la présente étude près de la formation végétale psammophytes qui abrite *Retama retam* où *Messor barbarus* domine la population myrmecofaune avec un taux de 37,8 %. Les derniers auteurs cités ajoutent que *Monomorium* sp.2 est la fourmi la plus abondante (64 %). Une valeur très élevée de ce qui est trouvée pour *Monomorium salomonis* (16 %) au sein du présent travail dans la steppe psammophytes. Brague-Bourragba et al. (2006) remarquent que *Messor barbarus* est très abondante dans la pédofaune des dunes de sable d'El-Mesrane à Djelfa. *Messor barbarus* se retrouve en deuxième position dans la steppe qui abrite *Artemisia herba alba* avec AR % = 32,4 %. Zaidi et al. (2021) signalent que dans les milieux agricoles caractérisés par un sol à texture limono-argilo-sableuse et peu salé, la fourmi *Messor barbarus* est la plus abondante. Cette espèce habite également des milieux très ouverts steppiques (Sommer et Cagniant, 1988). Par contre *Messor medioruber* est faiblement représentée dans la formation steppique d'*Artemisia herba alba* (1,9 %) et la formation forestière (1,6%). Dans la forêt naturelle de pin d'Alep de Séhary Guebli à Djelfa, la valeur d'abondance des espèces du genre *Messor* est aussi faible ne dépassant 1 % (Souttou et al., 2011). Dans la steppe psammophyte des formations dunaires, deux nouvelles espèces sont notées exclusivement soit *Cataglyphis bombycinus* (30,7 %) et *Messor arenarius* (7,54 %). Ces espèces ne sont pas notées dans les six autres formations végétales. Cette dernière espèce est très connue dans les disponibilités et les menus trophiques

de différentes espèces prédatrices dans la région de Djelfa (Guerzou, 2009). La présence de la grosse fourmi moissonneuse *Messor arenarius* dans un site sablonneux est expliquée par son caractère morphologique d'adaptation à la texture sablonneuse par l'acquisition d'un psammophile qui permet de la classer parmi les fourmis arénicoles et xérophiles (Wheeler, 1907). L'espèce explore les creux interdunaires où le vent accumule toutes sortes de débris végétaux (Délye, 1968). Au Maroc, *Cataglyphis bombycinus* est très commune sur les dunes et autres zones sablonneuses dans tout le Sud (Cagniant, 2009). En Egypte, cette fourmi est typique du Sahara du Sinaï à l'Atlantique et de l'Atlas au Sahel (Délye et Bonaric, 1973). L'espèce est connue par sa nette prédilection pour les accumulations de sable et habite dans les dunes du sable de l'Afrique du nord (Délye, 1968 ; Pfeffer et al., 2019).

4.3. Discussion des fréquences d'occurrence des formicidés

L'occurrence d'apparition des espèces varie selon la formation végétale. Dans 5 formations steppiques (*Atriplex halimus*, *Salsola vermiculata*, *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Lygeums partum*), la valeur de fréquence de *Cataglyphis albicans* varie de 54 % à 73 %. Elle est donc régulière. Dans la steppe alfatière de Djelfa Bouzekri et al. (2014) classent cette espèce dans la catégorie des espèces régulières. Au niveau d'une station des cultures maraîchères dans la région de Djamaâ, la même espèce se qualifie comme assez rare (Chemala, 2013). *Cataglyphis bicolor* est constante (FO % = 81,8 %) dans les trois formations steppiques d'*Atriplex halimus*, de *Retama retam* et de *Salsola vermiculata*. En outre, dans les formations à base de *Lygeum spartum*, de *Pinus halepensis*, et de *Stipa tenacissima*, la fréquence de *Cataglyphis bicolor* est comprise entre (54 % ≤ FO < 64 %) pour se classer comme régulière. Dans la formation d'*Artemisia herba alba*, elle est dite accessoire (FO % = 45,6 %). Cette espèce est accidentelle au Nord-Est de l'Algérie dans le massif forestier de Guerrouche à Jijel et régulière dans les steppes de Djelfa (Bouzekri et al., 2014; Henine-Maouche et al., 2020). Pour *Cataglyphis bombycina* (FO % = 63,6 %) et *Messor arenarius* (FO % = 81,8 %) les deux espèces caractérisant le milieu sablonneux, la première est dite régulière alors que la seconde est constante. Dans la haute plaine présaharienne d'Aflou, *Cataglyphis bombycina* est une fourmi constante (Amara et al., 2020). *Monomorium salomonis* est omniprésente près de *Salsola vermiculata* (FO % = 100 %); constante près de *Retama retam* et de *Lygeum spartum* (81 % ≤ FO < 91 %). Au niveau de la formation forestière, la steppe d'*Artemisia herba alba* et la steppe alfatière, elle est considérée comme régulière (63% ≤ FO < 73 %). La même fourmi est accessoire (FO % = 45,6 %) dans la première formation halophyte d'*Atriplex halimus*. Elle est rare dans le Sahara septentrional

de l'Est de l'Algérie (Chemala, 2013). Ailleurs, dans la steppe présaharienne de Tunisie, *Monomorium salomonis* est omniprésente dans toutes les saisons chaque année (Heatwole et Muir, 1989). Concernant l'occurrence de la fourmi moissonneuse *Messor medioruber* est classée comme omniprésente (FO % = 100 %) en steppe *Salsola vermiculata* et régulière ($54 \% \leq \text{FO} < 64 \%$) dans la steppe d'*Atriplex halimus* et dans la steppe d'*Artemisia herba alba* ainsi que dans la steppe alfatière. Elle est plutôt constante (FO % = 90,9 %) près de *Lygeum spartum* et accessoire (FO % = 27,3 %) dans la forêt de *Pinus halepensis*. Dans le site couvert par l'Alfa au niveau de la Réserve Naturelle de Mergueb, *Monomorium salomonis* est accessoire (FO % = 27,3 %) (Barech, 2014). Bouzekri et al. (2014) notent la régularité d'occurrence de *Messor medioruber* dans le milieu steppique de Djelfa. *Tapinoma nigerrimum* est régulière (FO % = 54,5 %) dans la steppe psammophyte, accessoire ($27 \% \leq \text{FO} < 46 \%$) près de *Salsola vermiculata*, de *Lygeum spartum*, d'*Artemisia herba alba* et de *Stipa tenacissima*. Elle est accidentelle (FO % = 18,2 %) dans la formation d'*Atriplex halimus*. Amara et al. (2020) soulignent la constance de *Tapinoma nigerrimum* dans les psammophytes de la région d'Oued M'zi au Sud de Djelfa. Il est connu que dans les régions méditerranéennes, *Tapinoma nigerrimum* est la fourmi la plus ré pondue dans les habitats ouverts et est plus fréquente dans les formations halophytes ouvertes mais elle est très rare dans les habitats fermés avec la strate arboricole (Blight et al., 2014).

4.4. Discussion des résultats de l'indice de diversité de Shannon Weaver et l'Equitabilité des formicidés

La valeur globale de diversité de Shannon-Weaver (H') pour les sept formations végétales confondues est égale à 2,8 bits. Une valeur comparable est notée dans les formations arbustives du Nord (Abdi-Hamecha et al., 2021). Cette valeur est supérieure à celle donnée par Guehef et al. (2018) pour la région d'Oued Souf (2,1 bits) et celle notée par Taheri et al. (2014) pour le Nord du Maroc (2,2 bits).

Concernant la diversité notée pour chaque formation végétale, les valeurs varient suivant la nature de la végétation dominante. La diversité en fourmis est élevée dans les steppes à *Stipa tenacissima* ($H' = 2,4$ bits), à *Lygeum spartum* ($H' = 2,3$ bits), à *Atriplex halimus* ($H' = 2,1$ bits), dans la psammophyte ($H' = 2,1$ bits) et dans la steppe *Artemisia herba alba* ($H' = 2$ bits). Les valeurs diversités sont relativement faibles près de *Salsola vermiculata* ($H' = 1,9$ bits) et de *Pinus halepensis* ($H' = 1,5$ bits). Ces valeurs de diversité sont relativement élevées par rapport à celle notée par Barech et al. (2016), dans la région

steppique de M'sila; où ils mentionnent 1,5 bits dans un groupement halophyte dominé par l'*Atriplex halimus*. De même, la valeur signalée par Amara et al. (2020) dans les psammophytes de la région d'Oued M'zi au Sud de Djelfa est faible (1,2 bits) par rapport aux résultats de cette étude. Bouzekri (2011) rapporte une valeur de 1,9 bits dans une steppe alfatière à Djelfa. Ce qui est inférieur aux résultats de la présente étude. Barech (2014) a noté des résultats similaires au niveau de la forêt naturelle El Haourane à *Pinus halepensis* de la région de M'sila. Cet auteur a enregistré une diversité de 1,7 bits. Au Nord-Est de l'Algérie; dans le massif forestier de Gerrouche, Henine-Maouche et al. (2020) ont trouvé une diversité de 2,9 bits. Cette valeur est supérieure à celles rapportées dans le présent travail dans les formations steppiques.

Pour ce qui est des valeurs de l'indice d'équitabilité, celle-ci varient de 0,6 à 0,8. Ces valeurs tendent vers 1 ce qui indique que les effectifs des différentes espèces myrmécofaunes sont équitablement répartis dans les sept formations végétales. Les résultats obtenus concordent avec ceux trouvée par Bouzekri (2011) qui signale cet équilibre entre les effectifs des Fourmicidae de la région de Djelfa.

4.5. Discussion de coefficient de similarité de Sorensen (CS)

Les valeurs de l'indice de similarité de Sorensen (Cs) calculées entre les sept formations végétales prises deux à deux, montrent que le plus fort indice de similarité apparaît entre la formation à *Salsola vermiculata* et la formation à *Lygeum spartum* avec une valeur de similarité de 0,93 et entre les deux formations à *Atriplex halimus* et à *Artemisia herba alba* avec une valeur de 0,9. Ces valeurs indiquent une grande ressemblance en termes d'espèces entre ces deux stations. Par contre, la similarité la plus faible est marquée entre la psammophyte (*Retama retam* et *Aristida pungens*) et la formation forestière (*Pinus halepensis*) avec une valeur de 0,3. Cette faible valeur indique la dissemblance en myrmécofaune entre les deux formations et n'ont pas beaucoup d'espèces de fourmis en commun. Barech (2014) a utilisé le coefficient de similarité pour comparer la composition murmécofaune de trois formations végétales, *Pinus halepensis*, *Stipa tenacissima* et *Salsola vermiculata* dans la région steppique de M'sila. Cet auteur a trouvé que la valeur de Cs est de 0,3. Cette valeur tend vers 0, ce qui fait que les trois sites paraissent assez dissemblables.

4.6. Discussion des analyses statistiques

La qualité de la représentation de l'analyse des correspondances multiples en deux dimensions est égale à 75,8 %. Cette valeur est largement suffisante pour avoir le maximum d'information pour interpréter les résultats dans les sept formations végétales de la région de Djelfa. Cette analyse montre qu'il existe 11 groupes d'espèces de fourmis distincts. Ayant traité leurs résultats avec l'analyse factorielle des correspondances (AFC), Bouzekri et al. (2015) ont trouvé 5 groupes fourmis dans la région de Djelfa. Les espèces communes dans la présente étude entre les sept formations végétales sont *Cataglyphis bicolor* et *Monomorium salomonis*. Pour Bouzekri et al. (2015); une seule espèce est commune entre les quatre milieux d'étude dans la région de Djelfa, soit *Cataglyphis bicolor*. Zaidi et al. (2021) en utilisant l'analyse en composantes principales (ACP) ont trouvé quatre groupes et le genre commun entre les cinq écosystèmes étudiés dans 3 régions semi-arides de l'Est algérien est *Cataglyphis*. Dans la Réserve Naturelle de Mergueb de la région de la région steppique de M'sila, à l'aide d'une analyse de la variance (ANOVA), Barech (2014) n'a observé aucune différence statistique, en terme de Formicidae; entre les sous-stations, Litima, Oum Ladam et Oum Mrazem.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

L'interaction écologique faune-habitats dans les régions semi-arides, particulièrement entre les Formicidae et les formations végétales steppiques est faite dans sept formations végétales communes à Djelfa. Il s'agit des steppes halophytes d'*Atriplex halimus*, des steppes psammophytes à *Retama retam*, des steppes halophytes à *Salsola vermiculata*, des steppes à sparte *lygeum spartum*, de la formation forestière de *Pinus halepensis*, des steppes à *Artemisia herba alba* et des steppes à *Stipa tenacissima*. Les résultats de cette étude ont permis de recenser 15 espèces de Formicidae appartenant à 3 sous familles en association avec les différentes formations végétales. La sous familles la plus représentée est celle des Myrmicinae avec 8 espèces. Elle est suivie de la sous-famille des Formicinae (6 espèces). La sous famille des Dolichoderinae se manifeste par une seule espèce *Tapinoma nigerrimum*.

Par ailleurs, les richesses moyennes notées varient d'une station à une autre. La valeur la plus élevée est celle observée à El Maalba avec 10 espèces dont 1 Dolichoderinae 6 Myrmicinae et 3 Formicinae. Elle est suivie par ce qui est notée à El- Mesrane, à Hadjer-Elmeleh et à Aliliga où 8 espèces; dont 4 Myrmicinae, 3 Formicinae et 1 Dolichoderinae sont trouvées. Dans la station de Ezguiegue, 7 espèces sont trouvées; avec 4 Myrmicinae, 2 Formicinae et 1 Dolichoderinae. Dans le Cordon Dunaire, six espèces sont notées (3 Myrmicinae, 2 Formicinae et 1 Dolichoderinae). Le même nombre d'espèces est trouvé la station forestière Mezreb-Elali avec deux sous familles; Myrmicinae et Formicinae représentées chacune par trois espèces.

Les fluctuations des richesses entre les différentes stations montrent que la station Hadjer-Emeleh présente la valeur la plus élevée de S'm (5,6). Elle est suivie par la station Ezguiegue avec 5,09 et par la station du Cordon Dunaire (4,6), d'El- Mesrane (4,5), d'Aliliga (4,4) et d'El Maalba (4,2). La valeur la plus faible de la richesse moyenne, est notée dans la formation forestière de Mezreb-Elali avec une richesse moyenne à égale 2,6. Ce résultat confirme la relation étroite entre la richesse myrmécofaune et la richesse floristique dans les différentes formations végétales.

En termes d'abondance relative, les valeurs d'abondances des espèces de fourmis varient d'une station à une autre et au sein de la même station, d'une espèce à une autre. En effet, la petite fourmi *Monomorium salomonis* est majoritaire dans les formations végétales, *Salsola vermiculata*, *Artemisia herba alba*, *Stipa tenacissima* et la formation forestière de *Pinus halepensis*.

Conclusion

L'espèce granivore *Messor medioruber* vient en tête de liste dans la steppe graminéenne à base de spart *Lygeum spartum* et en troisième position dans la steppe alfatière *Stipa tenacissima*. Cette dominance de genre *Messor* est aussi notée près des formations végétales à base de *Retam reatm* et *Artemisia herba alba* où *Messor barbarus* domine la population myrmecofaune. Par contre, dans cette dernière; *Messor medioruber* est faiblement représentée. Ceci est aussi noté également dans la formation forestière.

L'occurrence d'apparition des espèces varient selon la formation végétale. *Cataglyphis albicans* est régulière dans 5 formations steppiques, *Atriplex halimus*, *Salsola vermiculata*, *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Lygeum spartum*. La fourmi prédatrice *Cataglyphis bicolor* est constante dans les trois formations steppiques d'*Atriplex halimus*, de *Retama retam* et de *Salsola vermiculata*. Mais elle est régulière dans les formations à base de *Lygeum spartum*, de *Pinus halepensis*, et de *Stipa tenacissima*. Dans la formation d'*Artemisia herba alba*, elle est dite accessoire. En ce qui concerne les deux espèces de fourmis qui caractérisent seulement le milieu sablonneux *Cataglyphis bombycina* et *Messor arenarius*. La première apparaît de façon régulière alors que la seconde est constante dans ce site. La fourmi granivore *Messor barbarus* est omniprésente en milieu psammophyte et accessoire dans la steppe d'*Artemisia herba alba*.

La petite Myrmicinae *Monomorrium salomonis* est omniprésente près de *Salsola vermiculata*; constante près de *Retama retam* et de *Lygeum spartum* et régulière dans les formations, forestière, alfatière et d'armoise blanche. La même fourmi est accessoire dans la première formation halophyte d'*Atriplex halimus*.

Concernant *Messor medioruber*, la moissonneuse commune entre les six groupements, elle se considère comme omniprésente dans la steppe à *Salsola vermiculata*, régulière dans les steppes à *Atriplex halimus*, à *Artemisia herba alba* et à *Stipa tenacissima*. Elle est constante près de *Lygeum spartum* et accessoire près de *Pinus hlepensis*.

Tapinoma nigerrimum est régulière dans la steppe psammophyte, accessoire près de *Salsola vermiculata*, de *Lygeums partum*, d'*Artemisia herba alba* et de *Stipa tenacissima*. Elle est accidentelle dans la formation d'*Atriplex halimus*. Les deux petites espèces *Pheidole pallidula* et *Plagiolepis* sp. sont régulières dans la steppe d'*Atriplex halimus* mais elles sont accidentelles en steppe *Artemisia herba alba*. L'espèce de fourmis qui caractérise seulement le milieu forestier *Camponotus erigens* est régulière. *Camponotus foreli* est constante dans la formation *Lygeum spartum* et accidentelle dans les deux milieux forestière et alfatière.

Conclusion

Pour ce qui est de *Crematogaster laestrygon*; cette fourmi est omniprésente les deux formations graminéennes *Lygeums partum* et *Stipa tenacissima*. Elle est classée dans la catégorie des espèces régulières dans la première formation halophyte d'*Atriplex halimus* et dans la formation d'*Artemisia herba alba*, mais elle est accessoire dans la deuxième formation halophyte de *Salsola vermiculata*. Dans cette dernière, *Tetramorium biskrensis* est régulière, mais accidentelle dans les deux formations steppiques d'*Artemisia herba alba* et de *Lygeum spartum*.

Le calcul de l'indice de Shannon-Weaver pour les sept stations confondues a donné une valeur de 2,85 bits. La diversité est très élevée. Pour ce qui est des diversités notées pour chaque formation végétale; les valeurs calculées varient de 1,5 bits dans la station de Mezreb-Elali à 2,4 bits dans la station d'Aliliga. Cela confirme la grande diversité en espèces de Formicidae dans la région steppique de Djelfa.

En ce qui concerne l'équitabilité, la valeur de E obtenue pour toutes les stations confondues est de 0,7 bits. De même, les valeurs d'équitabilité calculées pour chaque formation végétale varient de 0,6 bits enregistrée au niveau de Cordon-Dunaire, à 0,8 bits, notée au niveau de la station de Mezreb-Elali. Ces valeurs proches 1 indiquent que les effectifs des espèces fourmis tendent à être en équilibre entre eux.

Le calcul de l'indice de similarité a permis d'identifier une grande similarité entre la formation à *Salsola vermiculata* et la formation à *Lygeum spartum* avec une valeur de 0,93. Ainsi qu'entre les deux formations à *Atriplex halimus* et à *Artemisia herba alba* avec une valeur de similarité de 0,9. Ce coefficient de similarité élevé indique la grande ressemblance en myrmecofaune entre les formations steppiques. En outre, la valeur de Cs obtenue entre la psammophyte à *Retama retam* et la formation forestière à *Pinus halepensis* est faible 0,3. Ceci révèle la faible similarité en espèces de fourmis entre ces deux sites.

Les résultats des traitements statistiques par l'analyse des correspondances multiples dans les sept formations végétales montrent qu'il existe 11 groupes d'espèces de fourmis en fonction de la végétation dominante dans le milieu. Cette analyse multidimensionnelle a pu rassembler les espèces communes entre toutes ou bien quelques formations végétales dans des groupements à part. Les résultats de la présente étude affirment encore que les fourmis; voire même les insectes; sont en permanente interaction avec la végétation. Il y'a des espèces comme *Cataglyphis bicolor* et *Monomorium salomonis* *Pheidole pallidula* et *Plagiolepis* sp. qui sont adaptées à deux ou plusieurs formations steppiques. D'autres espèces

Conclusion

qui ne sont vues que dans un seul type de végétation comme *Messor arenarius* qui ne se trouve que dans la formation dunaire. Aussi; l'espèce *Camponotus erigens* qui est propre à la formation forestière. Ce traitement statistique a permis de donner une image réelle des choix fait par la fourmi pour la végétation sous la quelle elle s'installe.

Perspectives

La présente investigation confirme que les fourmis interagissent avec leur environnement et offre de multiples approches pour les études de la biodiversité et la protection des différents écosystèmes. Dans ce contexte, il est importante:

- Elargir ce genre d'études sur les différents groupements végétaux de la région steppique, particulièrement sur les steppes de l'Est, les steppes de l'Ouest et les steppes présahariennes;
- Etablir une liste systématique détaillée; arrivant jusqu'au sous espèces; des Formicidae de la région steppique;
- Réaliser une carte géographique de répartition des fourmis en relation avec les formations végétales dans les steppes algériennes;
- Étudier d'autres paramètres du milieu qui peuvent influencer sur la diversité des fourmis comme; le type du sol et le climat;
- La relation entre les Formicidae avec les autres arthropodes ou autres animaux prédateurs est aussi intéressante à approfondir dans un autre cadre de recherche.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- 1 - Abdelkrim H. et Bensettiti F., 1988 - Contribution à la connaissance autoécologique, caryologique, syntaxonomique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). *Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach*, 12 : 405-418.
- 2 - Abdi Hamecha L., Barech G., Khaldi M., Sadoudi D., Salem S., Zazgad I. et Cagniant H. 2021 - Diversité des fourmis (Hymenoptera, Formicidae) dans la forêt de Yakouren (Algérie): Estimation de la richesse, biogéographie et taxonomie. *Revue suisse de Zoologie*, 128 : 61-72.
- 3 - Ahmim M., 2019 - *Les mammifères sauvages d'Algérie Répartition et Biologie de la Conservation*. Les Éditions du Net, Saint-Ouen, 289 p.
- 4 - Aidoud A., 1989 - Les steppes à alfa : Ressource en perdition. *Annales de l'Institut National Agronomique EL Harrach*, 13: 80-90.
- 5 - Aidoud-Lounis F., 1989 - LE SPARTE : parent pauvre de L'ALFA. *Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach*, 13 (2): 265-287.
- 6 - Aidoud A., Le Floc'h E. et Le Houérou HN., 2006 - Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 17: 19-30.
- 7 - Ailam O., Bouaziz A., Boulaouad BA., Souttou K. et Doumandji S., 2016 - Part of arthropods in the diet of the common genet (*Genetta genetta* L. 1758) in the National Park of El Kala (North-Est of Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10 (4): 151-159.
- 8 - Ait Belkacem A., Gast O., Stuckas H., Canal D., LoValvo M., Giacalone G. et Päckert, M., 2016 - North African hybrid sparrows (*Passer domesticus*, *P. hispaniolensis*) back from oblivion—ecological segregation and asymmetric mitochondrial introgression between parental species. *Ecology and Evolution*, 6 (15): 5190-5206.
- 9 - Ajerrar A., Bouharroud R., Zaafrani M., Ait Aabd N., Qessaoui R., Bahadou H., Mayad El-H., Tahiri A. et Chebli B., 2020 - Ground foraging ants (Hymenoptera:Formicidae) in Argane (*Argania spinosa*, L) ecosystem: Response to grazing impact. *Asian Journal of Conservation Biology*, 9 (1): 90-97.
- 10 - Amara Y., Tliba H., Bounaceur F. et Daoudi-Hacini S., 2020 - Diversity, richness and composition of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in the pre-Saharan steppe of Algeria. *Sociobiology*, 67 (1): 48-58.

Références bibliographiques

- 11 - Amiard J.C., 2013 - *Le risque radioactif: devenir des radionucléides dans l'environnement et impacts sur la santé*. Ed. Tec & doc-Lavoisier, Paris, 585p.
- 12 - Bachir., 2019 - Biocenose de *Pinus halepensis*, *Cupressus dupreziana* de la région de Djelfa et test d'un biocide pour lutter contre *Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff. (Lepidoptera, Notodontidae).Thèse Doctorat, Université Ziane Achour, Djelfa.148 p.
- 13 - Barech G., 2014 - *Contribution à la connaissance des fourmis du Nord de l'Algérie et de la steppe: Taxonomie, bio-écologie et comportement trophique*, Thèse Doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie El Harrach. 290p.
- 14 - Barech G. et Doumandji S., 2002 - *Clef pédagogique de détermination des fourmis (Hymenoptera, Formicidae)*.Ed. Institut National Agronomique, El Harrach, 22p.
- 15 - Barech G., Khaldi M., Boujelal FZ. et Espadaler X., 2018 - Diversité et structure de la myrmécofaune aux abords du barrage El Ksob en Algérie: Nouvelle citation pour *Aphaenogaster rupestris* Forel, 1909 (Hymenoptera : Formicidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 62 : 253-258.
- 16 - Barech G., Khaldi M., Espadaler X. et Cagniant H., 2017 - Le genre *Monomorium* (Hymenoptera, Formicidae) au Maghreb (Afrique du Nord): Clé d'identification avec la redescription de la fourmi *Monomorium major* Bernard, 1953 et nouvelles citations pour l'Algérie. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 61 : 151-157.
- 17 - Barech G., Khaldi M., Espadaler X. et Cagniant H., 2020 - Révision taxonomique du genre *Messor* (Hymenoptera, Formicidae) au Maghreb et description de *Messor hodnii* sp. n., une nouvelle espèce de fourmi trouvée en Algérie.*Revue suisse de Zoologie*,127: 9-19.
- 18 - Barech G., Khaldi M., Ziane S., Zedam A., Doumandji S., Sharaf M. et Espadaler X., 2016- A first checklist and diversity of ants Hymenoptera: Formicidae of the saline dry lake Chott El Hodna in Algeria, a Ramsar Conservation Wetland. *African Entomology*, 24 (1): 143-152.
- 19 - Battinger., 2004 - *Chaines alimentaires et écosystèmes*. Ed. Educagri, Dijon, 107p.
- 20 - Beaux G., Beaux J.F. et Boutin V., 2020 -*Biologie L1 les fondamentaux*. Ed. DeBoeck, Louvain-la-Neuve, 286p.
- 21 - Beddek M., 2017 - *Déficit de connaissances de la biodiversité et biologie de la conservation: le cas de l'herpétofaune d'Algérie*. Thèse Doctorat, Univ. Montpellier, 164p.

Références bibliographiques

- 22 – Bekai F., 2020 - *Contribution à l'étude de l'impact de l'aménagement pastoral sur la biodiversité des écosystèmes steppiques cas de la willaya de Djelfa*. Thèse Doctorat, Univ. Abou bakr Belkaid, Tlemcen, 127p.
- 23 - Bekai F., Kadik L. et Nedjimi B., 2019 - Effects of deferring grazing on the floristic diversity of *Stipa tenacissima* Loefl. ex L. rangelands in central Algerian steppe. *African Journal of Ecology*, 57: 363-370
- 24 - Belhadj S., 2001 - Les pistacheraies algériennes: Etat actuel de dégradation. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 56: 107–109.
- 25 - Belmadani K., Hadjsaid H., Boubekka A., Metna B. et Doumandji S., 2014 - Arthropods distribution to vegetal strata in pears tree orchards near Tadmait (GDE Kabylie). *International Journal of Zoology and Research*, 4(3): 1-8.
- 26 - Bendjoudi D., Marniche F., Bettahar Y. et Hadjallah I., 2018 – Premières mentions sur l'arthropodofaune aux abords du lac Edhaia (Parc national de Chrea-Algérie). *Revue des bio ressources*, 8 (2) : 20-20.
- 27 - Benkhelil M.L., 1992 – *Les techniques de récoltes et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office des Publications Universitaires, Alger, 60p.
- 28 - Benmadani S., Guerzou A., Doumandji-Mitiche B. et Doumandji S., 2015 - Orthopterological Fauna in the Region of Djelfa (Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 9 (27): 294-300.
- 29 - Bernard F., 1945 - Notes sur l'écologie des fourmis en forêt de Mamora (Maroc). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 35: 125–140.
- 30 - Bernard F., 1950 - Notes sur les fourmis de France. II. Peuplement des montagnes meridionales. *Annales de la Société Entomologique de France*, 115 : 1–36.
- 31 - Bernard F., 1954 - Fourmis moissonneuses nouvelles ou peu connues des montagnes d'Algérie et révision des *Messor* du groupe *structor* (Latr.). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 45 : 354-365.
- 32 - Bernard F., 1958 - Les fourmis des Îles Pélagie. Comparaison avec d'autres faunes insulaires. *Rivista di Biologia Coloniale*, 16 (1956-1958) : 67-79.
- 33 - Bernard F., 1968 - *Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. Les Fourmis (Hymenoptera Formicidae) d'Europe Occidentale et Septentrionale*. Ed. Masson, Paris, 411 p.
- 34 – Bernard F., 1985 - Recherches sur l'évolution des fourmis moissonneuses (Hym. Formicidae). *Actes des Colloques Insectes sociaux*, 2 : 45-55.

Références bibliographiques

- 35 - Berville L., Renucci M., Vidal P. et Provost E., 2016 - Peuplement myrmécologique et évaluation de l'invasion de *Linepithema humile* sur les îles de Marseille (Bouches-du-Rhône, France). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 71(3) : 278-287.
- 36 - Blight O., Orgeas J., Torre F. et Provost E., 2014 - Competitive dominance in the organisation of Mediterranean ant communities. *Ecological Entomology*, 39 (5): 595-602.
- 37 - Blondel J., 1975 - L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique I. la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Revue d'écologie (La Terre et la Vie)*, 29 : 533-589.
- 38 - Blondel J., 1979 - *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- 39 - Boumezbeur A. et Ben Hadj M., 2003 - *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar : Le Chott de Zahrez Chergui*. Ed. Direction Général des Forêts. Alger.16.
- 40 - Bouzekri M.A., 2011 - *Bioécologie des Formicidae dans la région de Djelfa: Nidification et relation avec les plantes*. Thèse Magister, École Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach, 122 p.
- 41 - Bouzekri M.A., Daoudi-Hacini S. et Doumandji S.E., 2014 - Vegetative selection of formicidae species in steppe region (State of Djelfa, Algeria). *International Journal of Zoology and Research*, 4: 9-14.
- 42 - Bouzekri M., Daoudi-Hacini S., Cagniant H. et Doumandji S.E., 2015 - Étude comparative des associations (plantes-fourmis) dans une région steppique (Cas de la région de Djelfa, Algérie). *Lebanese Science Journal*, 16 : 69-77.
- 43 - Brague-Bouragba N., Bencherif K. et Zamoum M., 2006 - Quelques données sur la pédofaune dans les dunes de sable EL-Mesrane (Djelfa). *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*, 8 : 1-8.
- 44 - Brague-Bouragba N., Brague A., Dellouli S. et Lieutier F., 2007 - Comparaison des peuplements de Coléoptères et d'Araignées en zone reboisée et en zone steppique dans une région présaharienne d'Algérie. *Comptes Rendus Biologies*, 330: 923-939.
- 45 - Bruno G. et Jean J., 1998 - Les mesures de la biodiversité : Outil de conservation en forêt guyanaise. *Revue d'Ethnobiologie*, 40(1-2): 433-446.
- 46 - Cagniant H., 1966 - Note sur le peuplement en fourmis d'une montagne de la région d'Alger, l'Atlas de Blida. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 102: 278-284.

Références bibliographiques

- 47 - Cagniant H., 1968 - Liste préliminaire de fourmis forestières d'Algérie. Résultats obtenus de 1963 à 1966. *Bulletin de la Société d'Historie Naturelle de Toulouse*, 104: 138-147.
- 48 - Cagniant H., 1969 - Deuxième liste de fourmis d'Algérie, récoltées principalement en forêts (1ère partie). *Bulletin de la Société d'Historie Naturelle de Toulouse*, 105: 405-430.
- 49 - Cagniant H., 1970 - Deuxième liste de fourmis d'Algérie, récoltées principalement en forêt (2ème partie). *Bulletin de la Société d'Historie Naturelle de Toulouse*, 106: 28-40.
- 50 - Cagniant H., 1973 - *Les peuplements de fourmis des forêts algériennes: Ecologie biocénotique et essai biologique*. Thèse de doctorat, Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 464 p.
- 51 - Cagniant H., 1996 - Les *Camponotus* du Maroc (Hymenoptera: Formicidae): Clé et catalogue des espèces. *Annales de la Société entomologique de France* (N.S.), 32: 87-100.
- 52 - Cagniant H., 2005 - Les *Crematogaster* du Maroc (Hym., Formicidae). Clé de détermination et commentaires. *Orsis*, 20 : 7-12.
- 53 - Cagniant H., 2009 - Le genre *Cataglyphis* Foerster, 1850 au Maroc (Hyménoptères Formicidae). *Orsis*, 24 : 41-71.
- 54 - Cagniant H. et Espadaler X., 1997 - Le genre *Messor* au Maroc (Hymenoptera : Formicidae). *Annales de la Société Entomologique de France* (N.S.), 33 : 419-434.
- 55 - Cerdá X., Palacios R. et Retana J., 2009 - Ant Community Structure in Citrus Orchards in the Mediterranean Basin: Impoverishment as a Consequence of Habitat Homogeneity. *Environmental Entomology*, 38(2): 317-324.
- 56 - Chaibi R., 2014 - *Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara septentrional avec sa mise en valeur*. Thèse de Doctorat, Univ. Mohamed Khider, Biskra, 212 p.
- 57 - Chemala A., 2013 - *Bioécologie des Formicidae dans trois zones d'étude au Sahara septentrional Est algérien (Ouargla, El-Oued et Djamâa)*. Thèse Magister, École Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach, 201p.
- 58 - Cherair E., 2016 - *Étude éco-éthologique du peuplement d'apoïdes (Hymen optera, Aculeata) en milieu steppique (Région de Djelfa)*. Thèse Doctorat. École Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach, 146 p.

Références bibliographiques

- 59 - Cherair E., Scheuchl E., Doumandji S. et Louadi K., 2013 - A new record and a new subspecies of *Andrena haemorrhoea* (Fabricius, 1781) in Algeria (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). *African Entomology*, 21(2): 287–293.
- 60 – Clère E. et Bretagnolle V., 2001 - Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole: biomasse et diversité des arthropodes capturés par la méthode des pots-pièges. *Revue d'écologie (Terre Vie)*, 56: 275-297.
- 61 - Corbara B., Dejean A. et Orivel J., 1999 - Les « jardins de fourmis », une association plantes-fourmis originale. *Année Biologique*, 38: 73-89.
- 62 - Cundy AS. et Shin G., 2017. *Découvrir la biologie*. Ed. De Boeck Supérieur, Louvain-la-Neuve, 119 p.
- 63 - Daget J., 1979 - *Les modèles mathématiques en écologie*. Ed. Masson, Paris, 172 p.
- 64 - Dajoz R., 1971 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 65 - Dajoz R., 1975 - *Précis d'Ecologie*. Ed. Dunod, Paris, 549 p.
- 66 - Dehina N., 2009 - *Systématique et essaimage de quelques espèces de fourmis (Hymenoptera, Formicidae) dans deux régions de l'Algérois*. Thèse Magister, Institut National Agronomique, El Harrach, 70 p.
- 67 - Delabie J H., 2001 - Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. *Neotropical Entomology*, 30: 501-516.
- 68 - Della Santa E., 1995 - Une espèce rare du genre *Camponotus* : *C.foreli* Em., 1881 (Hymenoptera - Formicidae). *Bulletin Romand d'Entomologie*, 13 : 133-135.
- 69 - Délye G. et Bonaric J.C., 1973 - Les Fourmis arénicoles du Sud marocain (Hym. Formicidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 78 (3): 107-110.
- 70 - Délye G., 1968 - *Recherches sur l'écologie, la physiologie et l'éthologie des fourmis du Sahara*. Thèse de doctorat, Univ. d'Aix Marseille, Marseille, 155 p.
- 71 - Derradji N., Bouchelouche D. et Moulai R., 2013 - Place des oiseaux d'eau dans le fonctionnement de deux zones humides continentales, Zehrez Chergui et Zehrez Gharbi (wilaya de Djelfa). In *USTHB-FBS 4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the Terrestrial & Aquatic Ecosystems" "CIPCA4" TAGHIT (Bechar)–Algeria*, 19-21.
- 72 - Desbois D., 2008 - L'analyse des correspondances multiples «à la hollandaise»: introduction à l'analyse d'homogénéité. *Revue Modulad*, 38: 194-244.
- 73 - Dieng M.M., Ndiaye A.B., Taylor B. et Tidiane C., 2019 - Les fourmis des parcelles de reboisement de Tessékéré, réserve sylvo-pastorale des Six-Forages, Sénégal

Références bibliographiques

- (Hymenoptera, Formicidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 124 (3): 293-306.
- 74 - El Keroumi A., Naamani K., Soummane H. et Dahbi A., 2012 - Seasonal dynamics of ant community structure in the Moroccan Argan Forest, *Journal of Insect Science*, 12: 1-19.
- 75 - Guerzou A., 2009 - *Bioécologie trophique de quelques espèces prédatrices dans la région de Guelt es Stel (Djelfa)*. Thèse Magister, École Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach, 230 p.
- 76 - Guerzou A., Derdoukh W., Guerzou M., Souttou K. et Doumandji S., 2019 a - Prédation du hérisson d'Algérie *Atelerix algirus* (Insectivora, Erinaceidae) sur quelques organismes nuisibles aux végétaux dans les milieux agricoles à Djelfa (Algérie), *EPPO Bulletin*, 49(1) : 152-158.
- 77 - Guerzou A., Guerzou M., Derdoukh W., Souttou K. et Doumandji S., 2019 b - *Corvus corax* Diet Composition in Different Agricultural Lands in Algeria. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(1): 41-57.
- 78 - Guerzou A., Medina F.M., Derdoukh W., Guerzou M., Souttou K., Sekour M. et Doumandji S., 2013 - Diet of common raven *Corvus corax* (Aves, Corvidae) in Algeria. *Advances in Environmental Biology*, 7(7): 1288-1291.
- 79 - Guhef Z.H., Kherbouche Y., Ababsa L., Eddoud L., Guezoul O. et Sekour M., 2018 - Comparaison de la myrmicofaune de deux milieux agricole dans la région d'Oued Souf. *Revue des BioRessources*, 8 : 53-60.
- 80 - Guit B. et Nedjimi B., 2020 - Croissance radiale du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en fonction des paramètres stationnels dans les massifs forestiers naturels de l'Atlas saharien algérien. Radial growth of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) as a function of site parameters in the natural forest massifs of the Algerian Saharan Atlas. *Bois et Forêts des Tropiques*, 345 : 3-11.
- 81 - Guit B., Nedjimi B., Chakali G. et Guibal F., 2016 - État sanitaire des peuplements de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif forestier de Senalba (Djelfa, Algérie). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 71(2): 156-167.
- 82 - Habib N., Regagba Z., Miara M.D. et Ait Hammou M., 2020 - Floristic diversity of steppe vegetation in the region of Djelfa, North-West Algeria. *Acta Botanica Malacitana*, 45: 37-46.
- 83 - Hadjoudj M., Souttou K. et Doumandji S., 2018 - The diversity of arthropods community in dunes and a palm grove (*Phoenix dactylifera*) in the Touggourt region

Références bibliographiques

- (Septentrionale Sahara). *International Journal of Tropical Insect Science*, 38 (4): 283-293.
- 84 - Heatwole H. et Muir R., 1989 - Seasonal and daily activity of ants in the pre-Saharan steppe of Tunisia. *Journal of Arid Environments*, 16: 49-67.
- 85 - Henine-Maouche A., Tahraoui A. et Moulai R., 2020 - Ants' diversity (Hymenoptera: Formicidae) in the Algeria's humid forests, case of the Gerrouche forest massif (Taza National Park). *Sociobiology*, 67: 153-162.
- 86 - Ifticene-Habani N. et Messaoudène M., 2016 - Croissance radiale et sensibilité au climat du pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* Desf., en Algérie. *Bois et Forêts des Tropiques*, 329 (3): 3-15.
- 87 - Khelil M.A., 1988 - Impact de quelques groupes d'insectes sur la biologie de l'alfa *Stipa tenacissima* L. dans la région steppique de Tlemcen (Algérie). *Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach*, 12: 220-234.
- 88 - Kherbouche Y., 2015 - *Diversité et stratégie d'occupation des groupes entomologiques dans quelques localités en Algérie*. Thèse Doctorat, École Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach, 193 p.
- 89 - Klaus G., Schmill J., Schmid B. et Edwards P.J., 2001 - *Diversité biologique-Les perspectives du siècle naissant: Résultats du projet suisse consacré à la biodiversité*. Ed. Birkhäuser, Bâle, 54 p.
- 90 - Koussa M., 2017 - *Apport d'un système d'information géographique pour la gestion des ressources en eau de la région de Djelfa*. Thèse Doctorat, Univ. Mohamed Khider, Biskra, 101 p.
- 91 - Lamotte M. et Bourlière F., 1969 - *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson, Paris, 178 p.
- 92 - Le Houerou, H.N., 1995 - Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. *Options Méditerranéennes*, Serie B, 10: 396 p.
- 93 - Letendre M. et Pilon J.G., 1973 - La faune myrmécologique de différents peuplements forestiers caractérisant la zone des basses Laurentides, Québec (Hymenoptera : Formicidae). *Le Naturaliste Canadien*, 100 (3) : 196 - 235.
- 94 - Mezrag M., 2018 - *Dynamique environnementale des zones steppiques à Djelfa (Algérie): Caractérisation par télédétection des changements du couvert végétal et des processus d'ensablement*. Thèse Doctorat, Univ. Lumière Lyon2, Lyon, 325 p.

Références bibliographiques

- 95 - Moulai R., Maouche A. et Madouri K., 2006 - Données sur le régime alimentaire de *Cataglyphis bicolor* (Hymenoptera Formicidae) dans la région de Bejaia (Algérie). *L'Entomologiste*, 62:37-44.
- 96 - Nageleisen L M. et Bouget C., 2009 - *L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt »*. Ed. Office national des forêts, Paris, 144 p.
- 97 - Nedjimi B. et Guit B., 2012 - Les steppes algériennes: causes de déséquilibre. *Algerian Journal of Arid Environment*, 2: 50-61.
- 98 - Nedjimi B., Beladel B. et Guit B., 2012 - Biodiversity of Halophytic Vegetation in Chott Zehrez Lake of Djelfa (Algeria). *American Journal of Plant Sciences*, 3: 1527-1534.
- 99 - Nedjraoui D., 2006 - *Livestock grazing systems and the environment*. Rapport FAO. Country Pasture/Forage Resource Profiles. Algeria, 28p.
- 100 - O.N.M., 2020 - *Relevés météorologiques de l'année 2007* - Office national de météorologie, Djelfa. 1 p.
- 101 - Oukil Y. et Alouat M., 2020 - Apport de la Télédétection et Des SIG pour la Réalisation de la Carte d'Occupation des Sols Cas de la Wilaya de Djelfa. *Algerian Scientific Journal Platform*, 12 (1): 192-213.
- 102 - Paknia O. et Pfeiffer M., 2011- Steppe versus desert: multi-scale spatial patterns in diversity of ant communities in Iran. *Insect Conservation and Diversity*, 4: 297-306
- 103 - Passera L. et Aron S., 2005 - *Les fourmis: comportement, organisation sociale et évolution*. Ed. Les presses scientifiques du CNR, Ottawa, 480p.
- 104 - Perrier R., 1940 - *La faune de la France, Hyménoptères*. Ed. Delagrave, Paris, 211 p.
- 105 - Pfeiffer S.E., Wahl V.L., Wittlinger M. et Wolf H., 2019 - High-speed locomotion in the Saharan silver ant, *Cataglyphis bombycina*. *Journal of Experimental Biology*, 222:1-12.
- 106 - Pouget M., 1977 - *Cartographie des zones arides: géomorphologie, pédologie, groupements végétaux, aptitude du milieu à la mise en valeur à 1/100 000: région de Messaad-Ain El Ibel (Algérie)*. Ed. ORSTOM, Paris, 101 p.
- 107 - Pouget M., 1980 - *Les relations Sol-Végétation dans les steppes Sud-Algéroises*. Ed. O R S T O M, Paris, 569 p.

Références bibliographiques

- 108 - Ramade F., 1984 - *Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris, 397 p.
- 109 - Retana J. et Cerdá X., 2000 - Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia*, 123(3): 436-444.
- 110 - Retana J., Bosch J., Alsina A. et Cerdá X., 1987 - Foraging ecology of the nectarivorous ant *Camponotus foreli* (Hymenoptera, Formicidae) in a savanna-like grassland. *Miscellanea Zoologica*, 11: 187-193.
- 111 - Santschi F., 1917 - Races et variétés nouvelles du *Messor barbarus* L. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 8: 89-94.
- 112 - Santschi F., 1923 - *Messor* et autres fourmis paléarctiques. *Revue suisse de Zoologie*, 30 : 317-336.
- 113 - Santschi F., 1925 - Fourmis d'Espagne et autres espèces paléarctiques (Hymenopt.). *EOS. Revista Española d'Entomología*, 1: 339-360.
- 114 - Santschi F., 1929 - Etude sur les *Cataglyphis*. *Revue Suisse de Zoologie*, 36(2): 25-70.
- 115 - Santschi F., 1932 - Notes sur les fourmis du Sahara. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 4: 516-520.
- 116 - Sommer F. et Cagniant H., 1988 - Etude des peuplements de fourmis des Albères Orientales (Pyrénées-Orientales, France) (Seconde partie). *Vie Milieu*, 38 (3/4): 321-329.
- 117- Souttou K., Manaa A., Sekour M., Denys C. et Doumandji S., 2015b - Importance de la prédation de trois rapaces sur la biodiversité dans des milieux steppiques à Djelfa (Algérie). *Travaux de l'Institut Scientifique*, (8): 97-103.
- 118 - Souttou K., Sekour M., Ababsa L., Guezoul O., Bakouka F. et Doumandji S., 2011 - Arthropodofaune recensés par la technique des pots barber dans un reboisement de Pin d'Alep à Sehayry Guebly (Djelfa). *Revue des BioRessources*, 1(2): 19-26.
- 119 - Souttou K., Sekour M., Ababsa L., Guezoul O., Choukri K. et Doumandji S., 2015a - Composition Avifaunistique dans un reboisement de Pin d'Alep à Chbika (Ain Maâbed-Djelfa, Algérie). *Algerian journal of arid environment*, 5(2): 113-130.
- 120 - Souttou K., Sekour M., Gouisseem K., Hadjoudj M., Guezoul O., Doumandji S. et Denys C., 2012 - Paramètres écologiques des rongeurs dans un milieu semi aride à Djelfa (Algérie). *Algérien journal of arid environment*, 2 (2): 28-41.

Références bibliographiques

- 121 - Stewart., 1969 - Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*. 59 (1-4): 23-36.
- 122 - Taheri A., Joaquín L., Lopez R. et Bennis N., 2014 - Contribution a l'étude de la faune myrmécologique du Parc National de Talassemtane (Nord du Maroc). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 54: 225–236.
- 123 - Taibaoui B., Douaoui A. et Bouxin G., 2020 - Diversité floristique de la steppe Sud Algéroise : cas de la région de Djelfa (Algérie), *Lejeunia, Revue de Botanique*. (203): 1-41.
- 124 - Wheeler WM., 1907 - On certain modified hairs peculiar to the ants of arid regions. *The Biological Bulletin*, 13 (4): 185-202.
- 125 - Zaidi K., Khammar H., Hadjab R., Saheb M., Zaidi S. et Djemoui M., 2021 - An inventory of the myrmecofauna at five semi-arid sites in East of Algeria. *Ecology, Environment and Conservation*, 27 (2): 632-638.

Résumés

العلاقات الإيكولوجية بين الحيوانات وبيئتها في المناطق شبه الجافة. حالة النمل في منطقة الجلفة

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على العلاقات بين النمل ومختلف التكوينات النباتية السهبية الرئيسية في منطقة الجلفة. التكوينات النباتية تم اختيارها على طول مقطع من الشمال إلى الجنوب و هي سهوب النباتات الملحية القطف الملحي (*Atriplex halimus*)، سهوب النباتات الرملية لنبات الرتم (*Retama*)، سهوب النباتات الملحية لنبات الروثة (*Salsola vermiculata*)، سهوب نبات السناغ (*Lygeum spartum*)، التكوين الغابي للصنوبر الحلبي (*Pinus halepensis*)، سهوب الشيح (*Artemisia herba alba*) و سهوب الحلفاء (*Stipa tenacissima*). تم أخذ عينات النمل من مختلف التكوينات النباتية بواسطة مصائد باربار. حيث يوضع في كل شهر 10 مصائد في كل تكوين نباتي لأخذ العينات مع تترك مسافة 5 أمتار بين المصائد. دامت الدراسة الميدانية مدة سنة من فيفري 2020 إلى جانفي 2021. في المجموع ، تم جرد 15 نوعاً موزعة على 3 فصائل فرعية خلال فترة أخذ العينات. تختلف الأنواع السائدة من محطة إلى أخرى. يسود *Messor medioruber* في سهوب النباتات الملحية (*Atriplex halimus*) (41,8 %) والسهوب النجيلية (*Lygeum spartum*) (41,5 %). في سهوب النباتات الرملية (*Retama retam*) (*Messor barbarus*) هو الأكثر الأنواع وفرة (37,8 %). ويسود نوع النمل الصغير (*Monomorium salomonis*) في السهوب الملحية (*Salsola vermiculata*) بنسبة 55,7% وفي التكوين الغابي (*Pinus halepensis*) (65,3 %) وفي سهوب الشيح (*Artemisia herba alba*) بنسبة 45,7% وفي سهوب الحلفاء (*Stipa tenacissima*) بنسبة 35,1%. وأعطى حساب المؤشرات البيئية أن قيمة مؤشر التنوع الحيوي شانون (H') للمحطات السبع مجتمعة قيمة 2,9 بت ، وهذا ما يؤكد التنوع الكبير للنمل في سهوب الجلفة. وأعطى حساب مؤشر تجانس ظهور الأنواع (E) للمحطات السبع مجتمعة قيمة 0,7 بت، أما قيم مؤشر التجانس لكل محطة فتراوحت ما بين 0,6 و 0,8 بت. مما يدل على التجانس في توزيع أنواع النمل حيث تميل القيم إلى الواحد. أما مؤشر التشابه فقد سجل تشابه كبير في أنواع النمل بقيمة 0,93 ما بين سهوب النباتات الملحية لنبات الروثة (*Salsola vermiculata*) و سهوب نبات السناغ (*Lygeum spartum*) وسجل أقل قيمة له 0,3 ما بين سهوب النباتات الرملية لنبات الرتم (*Retama retam*) و التكوين الغابي للصنوبر الحلبي (*Pinus halepensis*).

الكلمات المفتاحية: العلاقات البيئية ، النمل ، السهوب ، الجلفة ، الجزائر.

Interactions écologiques faune-habitats dans les régions semi-arides. Cas des Formicidae de la région de Djelfa

Résumé:

L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence les interactions entre la myrmécofaune et les principales formations steppiques dans la région de Djelfa. Les formations qui sont choisies selon un transect du Nord au Sud sont la steppe halophyte d'*Atriplex halimus*, la steppe psammophyte à *Retama retam*, la steppe halophyte à *Salsola vermiculata*, la steppe à sparte *Lygeum spartum*, la formation forestière de *Pinus halepensis*, la steppe à *Artemisia herba alba* et la steppe à *Stipa tenacissima*. L'échantillonnage des fourmis est réalisé par les pots de Barber. Dans chaque parcelle d'échantillonnage 10 pièges sont installés avec un espacement de 5 m mensuellement depuis février 2020 jusqu'à janvier 2021. Au total, 15 espèces réparties sur 3 sous familles sont inventoriés durant la période d'échantillonnage. Les espèces qui dominent varient d'une station à une autre. *Messor medioruber* domine dans la steppe halophyte d'*Atriplex halimus* (41,8 %), dans la steppe graminéenne de *Lygeum spartum* (41,5 %). Au niveau de la steppe psammophyte l'espèce la plus abondante est *Messor barbarus* (37,8 %). La petite Myrmicinae *Monomorium salomonis* domine dans la steppe halophyte près de *Salsola vermiculata* 55,7% et dans la formation forestière de *Pinus halepensis* (65,3 %), dans la steppe armoise blanche *Artemisia herba* (45,7%) et dans la formation steppique à *Stipa tenacissima* (35,1%). Le calcul des indices écologiques de structure a montré que la valeur de l'indice de diversité pour les sept stations confondues est de 2,9 bits, cela confirme la grande diversité myrmécofaune dans la steppe de Djelfa. De même, l'équitabilité calculée montre que les effectifs des espèces fourmis tendent à être en équilibre entre eux que ce soit pour les sept stations confondues ($E = 0,7$ bits) ou pour chacune d'elles ($0,6 \leq E < 0,8$). Pour la similarité, une grande ressemblance est illustrée entre la formation à *Salsola vermiculata* et la formation à *Lygeum spartum* avec valeur de 0,93. Par contre la similarité en espèces de fourmis entre la psammophyte à *Retama retam* et la formation forestière à *Pinus halepensis* est faible 0,3.

Mots clés: Interactions écologiques, Formicidae, Formation steppiques, Djelfa, Algérie.

Ecological interactions fauna-habitats in semi-arid regions. Case of the Formicidae from the Djelfa region

Abstract

The aim of this study was to highlight the interactions between the myrmecofauna and the main formations of steppe in Djelfa region. Formations which are chosen according to a transect from North to South are the halophyte steppe of *Atriplex halimus*, the psammophyte steppe of *Retama retam*, the halophyte steppe of *Salsola vermiculata*, the steppe of *Lygeum spartum*, the forest formation of *Pinus halepensis*, the steppe of *Artemisia herba alba* and the steppe of *Stipa tenacissima*. Sampling of ants is accomplished through Barber pots. In each sample plot, 10 traps are installed monthly with a spacing of 5 m from February 2020 until January 2021. There are 15 species in total, classified into 3 sub-families, inventoried during the sampling period. The dominant species varied from station to station. *Messor medioruber* dominates in the halophytic steppe of *Atriplex halimus* (41.8%), in the graminaceous steppe of *Lygeum spartum* (41.5%). In the psammophyte steppe the most abundant species is *Messor barbarus* (37.8%). The small Myrmicinae *Monomorium salomonis* dominates in the halophyte steppe near to *Salsola vermiculata* 55.7% and in the forest formation of *Pinus halepensis* (65.3%), in the steppe of *Artemisia herba alba* (45.7%) and in the steppe of *Stipa tenacissima* (35.1%). The calculation of the ecological indexes of structure showed that the value of the diversity index for the seven stations combined is 2.9 bits, which confirms the high diversity of myrmecofauna in the steppe of Djelfa. Also, the equitability calculated shows that the numbers of ant species tends to be in equilibrium between them both for all seven stations combined ($E = 0.7$ bits) and for each station ($0.6 \leq E < 0.8$). For the similarity, a great resemblance has been illustrated between the *Salsola vermiculata* formation and the *Lygeum spartum* formation with a value of 0.93. However, the similarity in ant species between the psammophyte steppe of *Retama retam* and the forest formation of *Pinus hlepensis* small with a value of 0.3.

Keywords: Ecological interactions, Formicidae, Steppe formations, Djelfa, Algeria.