

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

N°:..... /PV/2018



DOMAINE : Sciences de la Nature et de
la Vie

FILIERE : Sciences Agronomiques

OPTION : Protection des végétaux

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par : AMARA Hadjer

**Importance de la myrmécofaune associée à
un agroécosystème de grenadier dans le
bassin du Hodna**

Soutenu devant le jury composé de :

Président	Mme MERAH F.	M.A.A	Université de M'sila
Encadreur	Mme BARECH G.	M.C.A	Université de M'sila
Co-Encadreur	Mr KHALDI M.	M.C.A	Université de M'sila
Examineur	Mr MIMOUN K.	M.C.B	Université de M'sila

Année universitaire : 2018 /2019

Remerciement

Nous remercions **ALLAH** pour nous avoir donné la santé, le courage et la force afin d'accomplir ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude à ma promotrice **Mme BARECH G**, et à mon Co- promoteur **Mr. Khaldi M**, pour toutes leurs aides. Je suis ravi d'avoir travaillé en leurs compagnies car outre leurs appuis scientifiques (pour la détermination) ils ont toujours été là pour me soutenir et me conseiller au cours de l'élaboration de ce travail.

On voudrait également remercier les membres de jury, pour avoir bien voulu lire, commenter et débattre notre travail :

- ❖ Mme Merah Fatiha, Maître Assistant A au Département des Sciences Agronomiques (Université de M'sila) en tant que président.
 - ❖ Mr. Mimoun Karim, Maître de Conférences B au Département des Sciences Agronomiques (Université de M'sila) en tant qu'examineur.
- Merci à tous les ingénieurs de laboratoire du département des Sciences Agronomiques.

Mes remerciements sont adressés à Mme Mekki Ghania et Khaladi Nawel pour leurs aides.

Pour tous mes amis qui m'ont apporté leur soutien moral pendant ces années d'études, je les en remercie sincèrement.

En fin, nous adressons nos vifs remerciements à tous les enseignants du département des sciences agronomiques qui ont participé le long de ces années à notre formation. Un grand merci pour toute la promotion et à tous ceux qui ont participé de prêt ou de loin à l'élaboration de ce travail.

** Dédicace **

Je m'incline devant Dieu Tout - Puissant qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidé à la franchir.

Ma mère "Bakáí Mbarka", qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

Mon père "Gassoum", qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

À mes chers frères et sœurs : Mouhamed, Salwa, Fatima-Zohra, Youcef, et Mes nièces pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous.

Al-hamdu lillāh

**AMARA Hadjer **

Sommaire

Introduction

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie I : Généralités sur le grenadier

1. Origine.....	3
2. Classification botanique.....	3
3. La production de grenade.....	4
3.1. La production de grenade Au monde.....	4
3.2. La production de grenade en Algérie.....	5
3.3. La production de grenade dans la wilaya de M'sila.....	6
4. Description de grenadier.....	6
4.1 Feuilles.....	6
4.2 Fleurs.....	7
4.3 Fruits.....	7
4.4 Système racinaire.....	8
5. Variété de grenadier en Algérie.....	8
6. Exigences de milieu.....	8
6.1 Climat.....	8
6.2 Sol.....	8
6.3 L'eau.....	9
7. Ravageurs et maladies.....	9
7.1 Puceron de grenadier <i>Aphis punicae</i>	9
7.2 La mouche méditerranéenne des fruits <i>Ceratitis capitata</i>	10
7.3 Zeuzère <i>Zeuzera pyrina</i> Linnaeus, 1761.....	10
7.4 <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Lepidoptera, Pyralidae) (Zeller, 1839).....	11
7.5 Nématodes (Méloidogynes).....	11
7.6 <i>Aspergillus castaros</i> (La pourriture du fruit).....	12
7.7 <i>Tenuipalpus punicae</i>	12
8. Valeur nutritionnelle de la grenade.....	12

Partie II : Généralité sur les fourmis

1. Définition.....	14
2. Morphologie des fourmis.....	14
3. Habitat des fourmis.....	15
4. La vie en sociétés.....	15

5. L'organisation du travail.....	15
6. Types des nids des fourmis et leurs caractéristiques.....	16
6.1. Nids souterrains.....	16
6.2. Nids partiellement souterrains.....	16
6.3. Nids souterrains avec des trous de sortie.....	16
6.4. Nids arboricoles.....	16
7. Vol nuptial et accouplement.....	16
8. Régime alimentaire.....	17
8.1. Fourmis granivores.....	17
8.2. Fourmis omnivores.....	17
8.3. Fourmis herbivores.....	17
8.4. Fourmis prédatrices.....	17
9. Les interactions chez les fourmis.....	17
9.1. Relations entre les fourmis et les plantes.....	18
9.1.1. Plante myrmécophile.....	18
9.1.2. Plante myrmécochore.....	18
9.2. Relation Fourmis-Puceron.....	18
9.3. Champignons et fourmis.....	18
9.4. Bactéries et fourmis.....	19
10. Les fourmis comme bio-indicateurs.....	19

Chapitre 2 : Milieu d'étude

1. Situation géographique.....	21
2. Le relief.....	22
3. Les ressources hydriques.....	23
3.1. Les oueds	23
3.2. Les nappes.....	23
4. Caractéristiques climatiques.....	23
4.1. Température.....	23
4.2. La pluviométrie.....	24
4.3. Humidité.....	25
4.4. Vent.....	26
5. Synthèse climatique.....	26
5.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	26

5.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger.....	27
---	----

Chapitre III : Méthodologie

1. Choix et présentation de la station d'étude.....	31
2. Description du verger.....	32
3. Méthodologie.....	33
3.1. Echantillonnage des invertébrés.....	33
3.1.1 Pièges-trappes ou pots Barber.....	33
3.1.2. Capture à la main.....	34
3.1.3 Lavage du sol.....	34
3.2. Méthodes utilisées au laboratoire.....	36
4. Exploitation des résultants.....	37
4.1. Qualité de l'échantillonnage.....	37
4.2 Indices écologiques de composition.....	37
4.2.1 Richesse spécifique totale (S).....	37
4.2.2. Richesse moyenne (Sm).....	37
4.2.3 Fréquence centésimale ou Abondance relative (AR%).....	37
4.2.4 Fréquence d'occurrence.....	38
4.3. Indices écologiques de structure.....	38
4.3.1. L'indice de diversité de Shannon-Weaver.....	38
4.3.2. Diversité maximale.....	39
4.3.3 Indice d'équirépartition des populations (équitabilité).....	39

Chapitre VI : Résultats et discussions.

1. Résultats de l'étude floristique.....	41
2. Inventaire des arthropodes piégés par les pots Barber.....	42
3. Exploitation des résultats	45
3.1. Qualité d'échantillonnage.....	45
3.2. Indices écologiques de composition.....	46
3.2.1. Richesse totale saisonnière et moyenne.....	46
3.2.2. Abondance relative.....	47
3.2.2.1. Abondances relatives en fonction des classes.....	47
3.2.2.2. Abondances relatives (AR%) en fonction des ordres.....	48

4. Etude de la Myrmécofaune.....	52
4.1. Inventaire des Formicidae.....	52
4.2. Qualité d'échantillonnage.....	52
4.3. Efficacité et complétude des méthodes d'échantillonnage.....	53
4.4. Exploitation des résultats des Pots Barber.....	56
4.4.1. Indices écologiques de composition.....	56
4.4.1.1. Richesse totale et moyenne.....	56
4.4.1.2. Abondance relative ou Fréquence centésimale.....	56
4.4.1.2.1. Fréquences centésimales en fonction des sous familles.....	56
4.4.1.2.2. Fréquences centésimales en fonction des espèces.....	58
4.4.1.3. Fréquence d'occurrence.....	63
4.4.2. Application des indices écologique de structure.....	65

Conclusion générale

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau n°01 : production de grenade en Algérie (DSA, 2018).....	5
Tableau n°02 : Production de grenade dans la wilaya de M'sila (DSA, 2018).....	6
Tableau n°03 : Variétés de grenadier autorisées à commercialiser en Algérie (INRAA, 2006).....	8
Tableau n°04 : Valeur nutritionnelle de la grenade (pour 100 g de portion comestible).	13
Tableau n°05 : Valeurs des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la wilaya de M'sila (1988-2017).....	23
Tableau n°06 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de M'sila (1988-2017). (S.M.M, 2018).....	24
Tableau n°07 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent en m/s (1993-2017).....	26
Tableau n°08 : Valeurs de Q3, P, M, m et M-m enregistrées dans la wilaya de M'sila pendant le période entre (1988-2017).....	28
Tableau n°09 : Caractéristique du verger d'Ouled Slema.(M'sila).....	32
Tableau n°10 : ... Inventaire floristique réalisé dans la grenaderaie d'Ouled Slema (2017).....	41
Tableau n°11 : Inventaire des espèces d'arthropodes capturées dans la région d'Ouled Slema (M'sila).....	42
Tableau n°12 : Qualité d'échantillonnage appliquée sur les espèces capturées grâce aux pots Barber durant deux saisons.....	45
Tableau n°13 : Richesse totale (S) et moyenne (Sm) trouvées dans la grenaderaie d'Ouled Slema.....	46
Tableau n°14 : Abondances relatives (AR %) des espèces d'Arthropodes piégés dans les pots Barber dans le verger durant deux saisons.....	47
Tableau n°15 : Abondances relatives des ordres d'invertébrés piégés dans les pots Barber durant deux saisons.....	49
Tableau n°16 : Liste globale des espèces de fourmis trouvées dans la grenaderaie d'Ouled Slema (M'sila).....	52
Tableau n°17 : Qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de fourmis piégées par les pots Barber.....	53

Tableau n°18 : Richesses spécifiques des fourmis selon les méthodes d'échantillonnage (Pots Barber (PB), lavage du sol (LS) et collecte à main (CM)).....	54
Tableau n°19 : Richesses totales et moyennes des espèces de fourmis capturées dans la grenaderaie d'Ouled Slema (M'sila).....	56
Tableau n°20 : Abondances relatives des sous-familles de Formicidae dans le verger de grenadier d'ouled Slema.....	57
Tableau n°21 : Fréquences centésimales calculées pour les espèces de fourmis présentes dans le verger d'Ouled Slema.....	59
Tableau n°22 : Fréquence d'occurrence appliquée aux espèces de fourmis (printemps et hiver 2017).....	63
Tableau n°23 : Valeurs de diversité de Shannon-Weaver, de diversité maximale et d'équitabilité pour les fourmis capturées dans la station Ouled slema	65

Liste des figures

Figure n°01 : <i>Punica granatum</i> du verger d'Ouled slema	4
Figure n°02 : Les plus grands pays producteurs des grenades au monde (Melgarejo et al., 2012).....	5
Figure n°03 : les feuilles de grenadier du verger d'Ouled slema	6
Figure n°04 : Fleur de grenadier du verger d'Ouled slema	7
Figure n°05 : Fruit de grenadier du verger d'Ouled slema	7
Figure n°06 : <i>Aphis punicae</i> du verger d'Ouled slema	09
Figure n°07 : <i>Ceratitidis capitata</i> (INRA, 2018).....	10
Figure n°08 : <i>Zeuzera pyrina</i> (Minguely et al, 2015).....	11
Figure n°09 : <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Ren et al., 2016).....	11
Figure n°10 : Morphologie générale d'une fourmi. (Bernard, 1968).....	14
Figure n°11 : Situation géographique de la wilaya de M'sila.....	21
Figure n°12 : Présentation du Secteur de l'agriculture de la wilaya de M'sila (DSA, 2018).....	22
Figure n°13 : Variations mensuelles des précipitations (mm) pour la région de M'sila (1988-2017).....	25
Figure n°14 : Variations mensuelles de l'humidité relative moyenne en (%) (1998-2017).....	25
Figure n°15 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de M'Sila (1988-2017).....	27
Figure n°16 : Position de la région de M'sila sur le Climagramme d'Emberger (1988-2017).....	39
Figure n°17 : Situation géographique du verger d'Ouled slema (google earth, 2018).....	31
Figure n°18 : verger de grenadier d'Ouled slema.....	32
Figure n°19 : Pot Barber installé dans le verger.....	33
Figure n°20 : Aspirateur utilisé dans la présente étude.....	34
Figure n°21 : Lavage du sol.....	35
Figure n°22 : Plan d'échantillonnage des Arthropodes dans le verger d'Ouled Slema.....	36

Figure n°23 : Fréquences centésimales des arthropodes capturés durant les deux saisons en fonction des classes.....	48
Figure n°24 : Abondances relatives des arthropodes piégés dans les pots Barber en fonction des ordres durant l'hiver.....	50
Figure n°25 : Abondances relatives des arthropodes piégés dans les pots Barber en fonction des ordres au printemps.....	50
Figure n°26 : Richesses spécifiques obtenues par les différentes méthodes d'échantillonnage.....	55
Figure n°27 : Fréquences des Sous-familles des fourmis capturées dans le verger de grenadier d'Ouled Slema (2017).....	58
Figure n°28 : Fréquence centésimale de fourmis durant le Printemps.....	60
Figure n°29 : Fréquence centésimale de fourmis durant l'hiver.....	60
Figure n°30 : Relation de mutualisme (Fourmis-puceron) (originale, Ouled Slema).....	62
Figure n°31 : Les nids de <i>Tapinoma nigerrimum</i> dans le verger d'Ouled Slema.....	62
Figure n°32 : Fréquence d'occurrence des fourmis trouvées dans la grenaderaie d'Ouled Slema.....	64

Introduction

Introduction

Le grenadier *Punica granatum* est un petit arbre répandu dans toute la région méditerranéenne. C'est une espèce qui reste très peu étudiée à l'échelle nationale bien qu'elle a le potentiel de valoriser et de diversifier la production fruitière dans plusieurs régions.

La qualité du fruit est jugée médiocre à cause des attaques des bioagresseurs et de la mauvaise irrigation.

Certains ravageurs peuvent créer de graves problèmes dans les vergers tel est le cas des mouches de fruits Tephritidae comme la cératite et les Drosophilidae, la pyrale des dattes et les pucerons. La présence de ces derniers est concomitante à celle des fourmis qui en tirent profit du miellat dont ils secrètent.

Les fourmis jouent un rôle écologique crucial dans les agrosystèmes par leur action de régulation des insectes phytophages, par la dispersion des graines et par leur symbiose avec les plantes et sont en même temps des pollinisateurs accidentels de fleurs (**Ramón et Donoso, 2015 ; Diame et al., 2015**).

Notre étude a été réalisée dans un verger de grenades biologique situé à Ouled Slema et s'inscrit dans le cadre d'une évaluation de la biodiversité entomologique de cet agroécosystème avec la valorisation des ressources naturelles bio-indicatrices tel que les fourmis dans ce type d'écosystème.

Le présent travail est composé de quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré pour la synthèse bibliographique du grenadier et des généralités sur les fourmis et leurs importances. La seconde partie porte sur la présentation de la région d'étude. Le troisième chapitre est consacré au matériel utilisé et aux méthodes employées sur terrain et au laboratoire ainsi que celles utilisées pour l'exploitation des résultats. Quant au dernier chapitre, il rassemble l'ensemble des résultats obtenus et leurs discussions proposées. Enfin, nous terminerons par une conclusion générale et des perspectives de recherches sur cette thématique.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

Ce chapitre est divisé en deux parties, la première concerne la culture choisie pour réaliser la présente étude (le grenadier) alors que la seconde traite des généralités sur le groupe des insectes le plus abondant à savoir les fourmis.

Partie I : Généralités sur le grenadier

1. Origine

La culture du grenadier est considérée comme une domestication d'une espèce sauvage. Elle n'a pas débutée dans la zone méditerranéenne comme on le supposait encore récemment, mais elle a pris naissance en Asie occidentale à l'époque préhistorique. Son extension dans l'antiquité était vers l'Occident (zone méditerranéenne) d'abord, puis vers l'Inde et la Chine (**Evreinoff, 1957**).

Selon ce même auteur, la partie phylogénétique du grenadier se trouve, selon les derniers travaux des botanistes et pomologues, dans toute la région qui englobe l'Iran, l'Afghanistan et la Transcaucasie orientale, où s'observe une multitude de formes spontanées et de variétés cultivées. Les romains dénommaient la grenade, au début, "pomme punique" ou "pomme de Carthage".

2. Classification botanique

Le grenadier, *Punica granatum* (**Fig.1**), a été décrit par **Linné** et introduit dans sa classification en **1753** comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

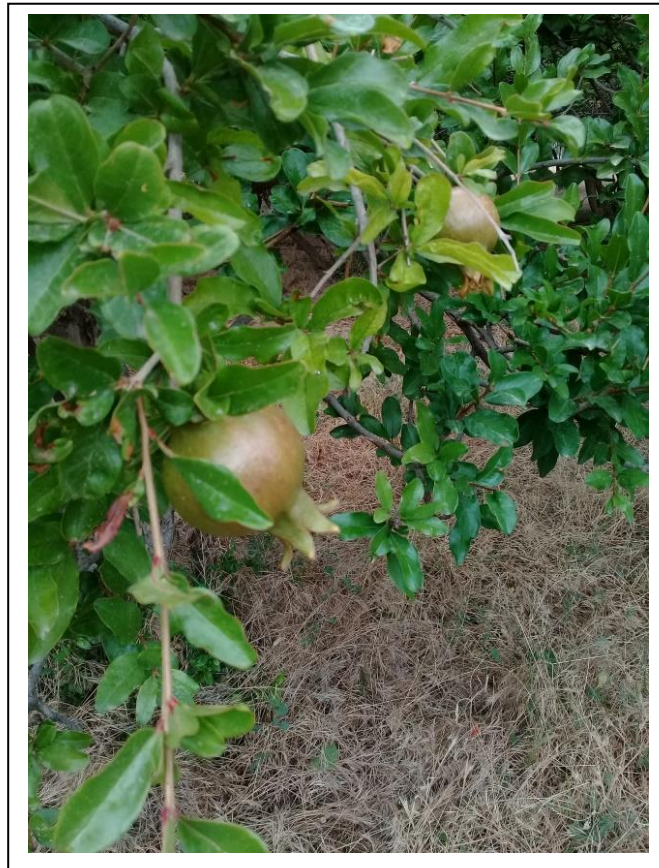
Classe : Magnoliopsida

Ordre : Myrtales

Famille : Punicaceae

Genre : *Punica*

Espèce : *Punica granatum* Linné, 1753



(Original).

Figure n° 1 : *Punica granatum* du verger d'Ouled slema.

3. Production de grenade

3.1. La production de grenade dans le monde

La surface mondiale dédiée à la culture du grenadier est de 300 000 Ha, dont plus de 76 % sont répartis sur cinq pays (Inde, Iran, Chine, Turquie et USA) (Fig. 2).

Cependant, l'Espagne, l'Égypte et l'Israël ont une superficie comprise entre 16 000 et 2 400 ha et sont parmi les pays qui ont développé le secteur d'exportation et aussi la sélection de nouvelles variétés (Quiroz, 2009).

D'autres pays pratiquent également cette culture notamment Afghanistan, Pakistan, Arménie, Géorgie, Tadjikistan, Jordanie, Italie, Tunisie, Azerbaïdjan, Libye, Liban, Soudan, Myanmar, Bangladesh, Mauritanie, Chypre et Grèce (Melgarejo *et al.*, 2012).

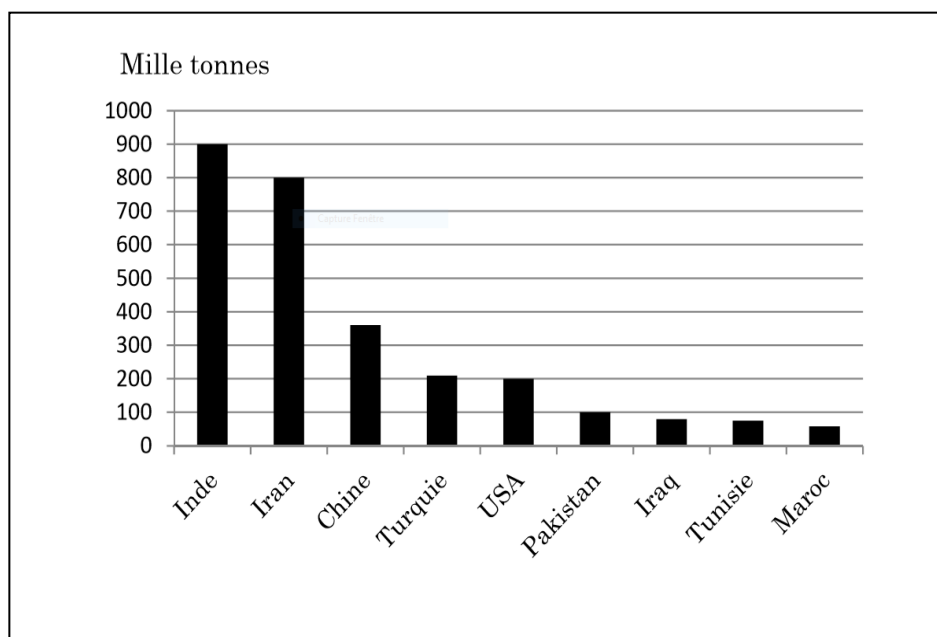


Figure n° 02 : Les plus grands pays producteurs des grenades au monde (Melgarejo *et al.*, 2012).

3.2. La production de grenade en Algérie

La production de la grenade en Algérie ainsi que sa superficie sont enregistrés dans le tableau n°1.

Tableau n° 01 : production de grenade en Algérie (DSA, 2018).

	superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport (Ha)	production (Qx)
Djelfa	1240	1186	110 760
Mostaganem	1140	1145	186 261
Relizane	723	705	90 565
M'sila	486	474	31 960
Tlemcen	444	205	1590

Selon **DSA (2018)**, la production totale de grenade en Algérie est 421 136 Qx. En remarque que la wilaya de Mostaganem enregistre une grande production avec 186 261 Qx, suivi par Djelfa 110 760 Qx. La wilaya de M'sila est classée la quatrième en terme de production de grenade soit 31 960 Qx.

3.3. La production de grenade dans la wilaya de M'sila

La wilaya de M'sila montre une production importante de grenade qui se répartie dans sept régions dont celle de Sidi Ameer est en tête de la production avec 10800 Qx. Le tableau n° 2 regroupe les informations nécessaires sur la production de grenade dans la wilaya de M'sila.

Tableau n° 02 : Production de grenade dans la wilaya de M'sila (DSA, 2018).

	superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport (Ha)	production (Qx)
Sidi Ameer	155	152	10800
Hamam dalâa	100	98	6250
El Hamel	55	55	3830
Maàrif	50	49	3220
Maadid	35	33	2180
M'sila	35	32	2100
Ouled addi	5	5	330

4. Description de grenadier

Le grenadier est un arbre ou arbuste buissonnant de 2 à 5 m de hauteur, légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux. Il croît majoritairement dans toute la région méditerranéenne de façon sub-spontanée ou cultivée (**Garnier *et al.*, 1961**).

4.1. Feuilles

Les feuilles du grenadier sont opposées (**Fig. 3**). Elles peuvent avoir une disposition alterne sur les rejets ou être en touffes sur les pousses courtes. Elles sont munies d'un court pétiole, de 1 à 5 mm de long, qui est généralement rougeâtre dessus (**Godet, 1991**).



Figure n° 03 : les feuilles de grenadier du verger d'Ouled Slema

4.2. Fleurs

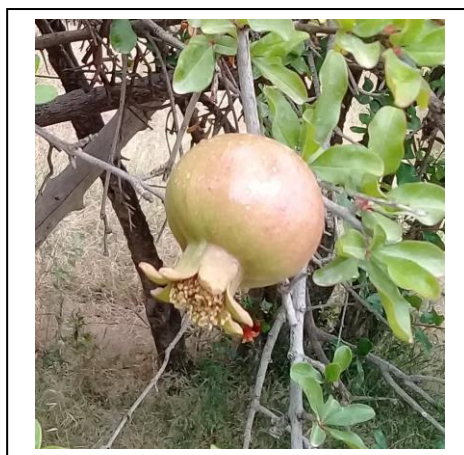
Les fleurs axillaires, solitaires ou parfois disposées par deux, présentent un calice épais, coriace, tubuleux et turbiné à 6 lobes triangulaires. La corolle d'un rouge éclatant est formée de 5 à 7 pétales (**Fig. 4**) (**Evreinoff, 1957**).



Figure n° 04 : Fleur de grenadier du verger d'Ouled Slema

4.3. Fruits

Les fruits (grenades) sont en boule ronde, de 2 cm (formes sauvages) à 12 cm (formes cultivées), à peau épaisse et dure, solitaires au bout des rameaux (**Fig. 5**). Ils sont jaunâtres plus ou moins teintés de rougeâtre, coiffés au sommet par les restes du calice. A maturité complète, les fruits éclatent et s'ouvrent, libérant une chair jaune spongieuse partagée par des cloisons et contenant des centaines de graines entourées d'une couche charnue gélatineuse rouge vif, au goût acidulé (**Guillot et al., 2010**).



Originale.

Figure n° 05 : Fruit de grenadier du verger d'Ouled Slema.

4.4 Système racinaire

Le système racinaire est très fasciculé, en général plutôt de surface (60 cm), mais peut s'adapter selon les conditions du sol (**Anonyme, 2014**).

5. Variété de grenadier en Algérie

Le tableau n° 03 regroupe les différentes variétés de grenade commercialisées en Algérie.

Tableau n° 03 : Variétés de grenadier autorisées à commercialiser en Algérie (INRAA, 2006).

Variétés de grenadier commercialisées en Algérie		
Messaad	Corda travita	Doux de Kolea
Gajin	Sefri	Zemdautomne
Spanish duoy	Chelfi	Moller huesso
Mellisse	Sulfani	
Espagne rouge	Papers shell	

Selon le tableau n° 3, il existe 13 variétés de grenadier qui sont commercialisées dans notre pays.

6. Exigences de milieu

6.1. Climat

La tolérance du grenadier à la sécheresse est relative et se fait au détriment de sa croissance végétative et de sa fructification. Cette espèce peut supporter des extrêmes de températures allant de -10 et +40°C. Le grenadier exige une petite dose de froid en période hivernale pour son évocation florale mais il craint les conditions généralement froides des hautes altitudes (**Oukabli, 2004**).

6.2. Sol

Le grenadier est une espèce connue pour sa tolérance au calcaire et à la salinité (**Melgarejo et Salazar, 2003**).

Les meilleurs résultats d'installation de plantations sont obtenus en sols d'alluvions profondes avec des disponibilités satisfaisantes en eau (bords des courants d'eau). Les sols argilo-limoneux irrigués conviennent aussi à la culture du grenadier (**Oukabli, 2014**).

6.3 L'eau

L'eau est rarement un problème dans la culture de la grenade. En effet le plant de grenadier est connu pour être résistant à de longues périodes de sécheresse (**Meena et al., 2009**).

7. Ravageurs et maladies

Plusieurs maladies et ravageurs attaquent le grenadier (**Juan et al., 2000**) à savoir :

Les Aphidés : *Aphis punicae* (Passerini), *Aphis gossypii* (Glover).

Les lépidoptères : *Zeuzera pyrina* (L.), *Cryptoblabes gnidiella* (Millière).

Les diptères : *Ceratitis capitata* (Wiedemann).

Les Mites : *Tenuipalpus punicae* (Pritchard et Baker), *Eriophyes granati* (Canestrini et Massalongo).

Les nématodes : *Meloidogyne spp*, *Xiphinema spp*.

Les maladies : *Phytophthora spp*, *Alternaria*, *Capnodium..*

7.1. Puceron de grenadier *Aphis punicae*

Les pucerons les plus dommageables à l'échelle mondiale sont le puceron de grenadier *Aphis punicae* (**Giuseppe et al., 2016**). Cette espèce manifeste une période d'infestation en avril et pouvant s'étaler jusqu'à la fin juin sur les jeunes pousses, les feuilles, les boutons floraux et même sur les jeunes fruits (**Fig. 6**) (**Fakhour, 2006**).

A. punicae est responsable d'une inhibition de la croissance observé sur jeunes plantations de grenadier (**Blumenfeld et al., 2000**). Il contribue à une forte altération qualitative et quantitative de la production (**Fakhour et Sekkat, 2006**).



Figure n° 06 : *Aphis punicae* dans le verger de grenadier d'Ouled Slema.

7.2. La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*

C'est un principal obstacle à la production de fruits sains (Oukil *et al.*, 2002). Elle est considérée comme étant le ravageur le plus redoutable de la région méditerranéenne en cultures fruitières, où les conditions climatiques et nutritionnelles lui sont favorables. Sa grande polyphagie et sa plasticité écologique lui permettent également d'y exprimer au mieux son potentiel biotique, d'exploiter d'une manière optimale son milieu en développant plusieurs générations par an et en s'attaquant à un grand nombre d'espèces fruitières dont la production s'étale sur toute l'année (Mazih, 1992 ; Fahad, 2004) (Fig.7).



Figure n°07 : *Ceratitis capitata* (INRA, 2018).

7.3 Zeuzère *Zeuzera pyrina* Linnaeus, 1761

C'est un lépidoptère appartenant à la famille des Cossidae (Fig.8). Originaire d'Europe, ce papillon est aujourd'hui également répandu en Afrique du Nord, en Asie et en Amérique du Nord (Minguely *et al.*, 2015).

La larve se développe dans le bois des arbres fruitiers (xylophage) notamment du pommier, prunier, poirier, olivier, et surtout le grenadier. Ce redoutable ravageur est à craindre car une seule chenille peut induire le dépérissement de jeunes arbres et l'affaiblissement des arbres âgés (INPV, 2014).



Figure n° 08 : *Zeuzera pyrina* (Minguely et al, 2015).

7.4 *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) (Zeller, 1839)

Ce microlépidoptère est considéré comme le plus grand ennemi des grenades et arrive à causer des dégâts considérables pouvant affecter 90% des fruits (Tebassi, 1992).

Présentant une tache de contour irrégulier, au moment de la récolte, le fruit déjà attaqué et parfois éclaté, est complètement noir, du fait du développement des moisissures (Dhouibi, 1982) (Fig.09).



Figure n° 09 : *Ectomyelois ceratoniae* (Ren et al., 2016)

7.5 Nématodes (Méloïdogynes)

Les nématodes Meloïdogyne (Root-knot nématodes) sont des vers ronds de la famille des Tylenchida. Les symptômes d'une attaque de Meloïdogyne sont caractéristiques et aisés à remarquer. Le système racinaire est envahi de galles (jusqu'à 1 cm de diamètre) qui perturbent l'assimilation des nutriments et le dysfonctionnement racinaire. Ces nématodes

provoquent le dépérissement des parties aériennes (chloroses, flétrissement). La croissance est réduite ce qui donne de petits fruits de mauvaise qualité (**Bertrand, 2001**).

7.6 Pourriture du fruit *Aspergillus castaros*

C'est un champignon capable de décolorer les fruits et les graines du fruit qui en est infesté (**Mars, 1995**). Il entraîne un noircissement interne du fruit qui devient nauséabond et impropre à la consommation. Cette maladie est fréquente dans les zones fortement humides (**Walali et al., 2003 ; Oukabli, 2004**).

7.7 Acarien de grenadier *Tenuipalpus punicae*

Ces acariens sont nuisibles en aspirant le jus dans les feuilles, les pousses et les fruits. Ils apportent des tâches de couleur gris argenté aux sites d'insertion de fruits, arrête le développement des pousses. De plus, les fruits sont susceptibles de rester petits, entraînant la perte de la teneur et de la qualité en sucre des fruits, entraînant la chute des feuilles et des fruits (**Jeppson et al., 1975, Gerson, 2008**). La peau de fruit perd complètement sa vitalité à la suite d'une nutrition intense et devient dur et a une structure délicate (**Doker et al., 2013**).

8. Valeur nutritionnelle de grenadier

Les valeurs nutritionnelles de grenadier sont portées dans le tableau n° 4.

Tableau n°04 : Valeur nutritionnelle de grenadier (pour 100 g de portion comestible)
(Anonyme, 2009).

Composition	Unité	Quantité
Eau	gramme	80-82,3
Valeur énergétique	kilocalorie	63-78
Protéines	gramme	0,5-0,95
Matières grasses	gramme	0,3-0,9
Glucides	gramme	16,4
Fibres	gramme	0,2-0,6
Cendres	gramme	0,5
Phosphore	milligramme	8,0
Fer	Milligramme	0,3
Potassium	Milligramme	259
Calcium	Milligramme	3,0
Sodium	Milligramme	3,0
Manganèse	Milligramme	3,0
Cuivre	Milligramme	0,07
Sélénium	Milligramme	0,6
Acide pantothénique	milligramme	0,596
Vitamine B1	milligramme	0,03
Vitamine B2	milligramme	0,03
Vitamine B3	milligramme	0,03
Vitamine C	milligramme	04-6

Partie II : Généralité sur les fourmis

1. Définition

Les fourmis sont classées dans une seule famille, les **Formicidae**, dans l'ordre des **Hyménoptères**. Actuellement classées en 21 sous-familles et 283 genres (**Bolton, 2003**).

Les Fourmis, parmi les plus communs et les plus diversifiés des insectes sociaux (**Passera et Aron, 2005**), sont les plus importantes en termes de biomasse (**Hölldobler et Wilson, 1990 ; Passera et Aron, 2005**). A l'échelle locale, les assemblages des fourmis sont diversifiés sous l'influence du climat, de l'altitude et de la qualité des habitats (**Kaiser, 2014**).

2. Morphologie des fourmis

Le corps d'une fourmi comporte toujours 4 régions : la tête, le thorax qui porte les 3 paires de patte (et les 2 paires d'ailes chez les sexués mâle et femelle), le pétiole et le gastre (**Della Santa, 1995**). Les antennes sont généralement de 11 à 13 articles, rarement de 4 à 6.

Les yeux sont petits, mais la sensibilité antennaire est très développée (**Bernard, 1968**).

En effet, chez les fourmis, comme d'ailleurs chez beaucoup d'autres Hyménoptères, le premier segment de l'abdomen (appelé épinothum ou propodeum), est étroitement soudé au thorax. Le pétiole est donc formé par le deuxième, voire par le deuxième et le troisième segment de l'abdomen, le gastre comprenant les segments suivants (**Della Santa, 1995**) (**Fig.10**).

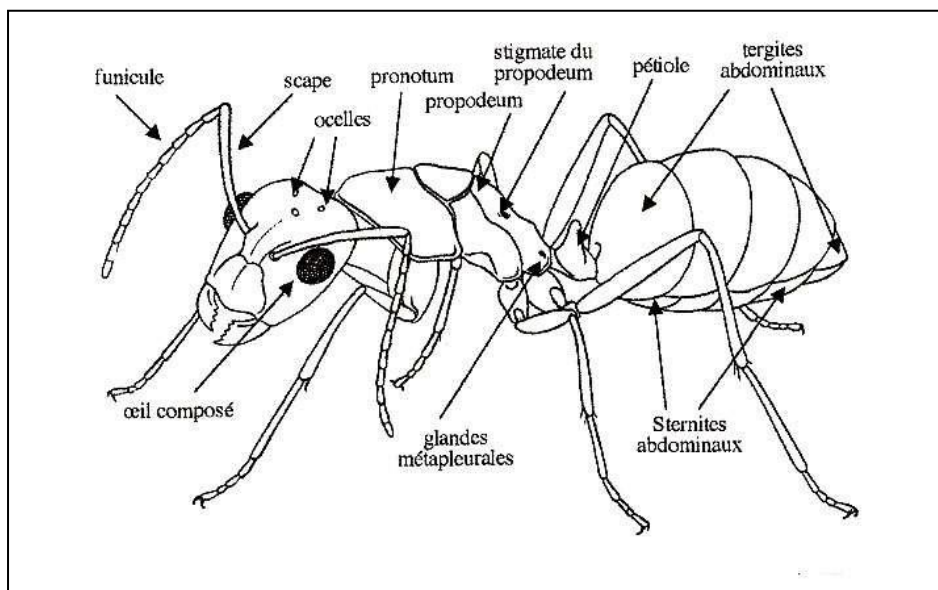


Figure n° 10 : Morphologie générale d'une fourmi (**Bernard, 1968**).

3. Habitat des fourmis

L'ensemble de la colonie habite généralement dans un nid, souterrain ou arboricole, subdivisé en de nombreuses loges reliées entre elles par des galeries : la fourmilière (**Caraglio, 2003**). Elles ont colonisé les milieux les plus divers: dunes, garrigues, prairies, champs cultivés, forêt, agglomérations humaines, etc...., du bord de la mer aux massifs montagneux, jusqu'à des altitudes de 2500 à 3000 m (**Della Santa, 1995**).

4. La vie en sociétés

Des insectes vivant et s'organisant en colonies comme les abeilles, les guêpes, les fourmis ou les termites sont capables de pratiquer des tâches complexes dans leur quotidien via la coopération et l'altruisme, tels le fourragement (incluant la recherche, la localisation et le transport de la nourriture), la construction et la protection du nid (**Hölldobler et Wilson, 1990; Passera et Aron, 2005; Wilson, 1971**). Une colonie d'insectes sociaux est relativement stable dans l'espace et dans le temps. Donc, cette colonie devient une ressource très attirante pour d'autres êtres vivants commensales mais aussi parasites : virus, bactéries, champignons, protozoaires, helminthes ainsi que des parasitoïdes et même d'autres espèces sociales (**Schmid-Hempel, 1998**).

L'eusocialité est considérée comme le degré ultime de la socialité. Le terme a été utilisé pour la première fois en 1966 (**Batra, 1966**) et repris plus tard par **Wilson (Wilson, 1971)**, qui lui a donné un sens plus définitif. Selon ses critères, l'eusocialité est atteinte quand trois critères biologiques sont remplis :

1. Division reproductive du travail (avec ou sans castes stériles).
2. Chevauchement de générations ; si bien que les descendants aident leurs parents pendant au moins une partie de leur vie.
3. Existence d'une coopération dans les soins aux jeunes.

5. L'organisation du travail

La division du travail, ou polyéthisme, traduit l'existence de groupes d'individus au sein de la colonie spécialisés dans la réalisation d'une ou plusieurs tâches. Cette division du travail peut se faire en fonction de l'âge des individus (polyéthisme d'âge) et/ou en fonction de leurs tailles (existence de castes morphologiques) (**Traniello, 1989b**).

6. Types des nids des fourmis et leurs caractéristiques (Rojas, 2003)

6.1. Nids souterrains

Ils ne montrent aucune indication externe de leur présence, dans la plupart des cas, ils mènent une vie complètement hypogée et ne butinent jamais à l'extérieur.

6.2. Nids partiellement souterrains

dans ce cas, les nids ont des monticules de sol ou d'autres matériaux dans lesquels vit une grande partie de la colonie.

6.3. Nids souterrains avec des trous de sortie

sont typiques de la plupart des espèces, ces orifices peuvent ou non être entourés par des accumulations de matériaux d'excavation et les travailleurs se nourrissent à l'extérieur.

6.4. Nids arboricoles

Les fourmis construisent leurs nids sur la végétation, sur des branches mortes, sur des troncs creux, ou à l'intérieur de plantes à tiges vivantes.

7. Vol nuptial et accouplement

Le vol nuptial est un phénomène intrigant par la synchronisation avec laquelle il se produit pour un biotope particulier (**Passera et Aron, 2005**). La synchronisation du vol nuptial est due à la conjonction de plusieurs paramètres climatiques (**Kannowski, 1959**).

Le vol nuptial a lieu principalement au printemps et en automne, 24 heures après qu'une pluie abondante ait rendu l'atmosphère très humide (**Morrill, 1974 ; Milio et al, 1988**).

Après l'accouplement, la reine perd ses ailes et cherche l'endroit idéal pour pondre ses premiers œufs, un arbre mort par exemple. La reine s'occupe ainsi seule de sa première progéniture dont la tâche, une fois adulte, consiste à prendre soin de la fourmilière. La reine se contente ensuite uniquement de pondre. Pour que la fourmi devienne adulte, il faut compter entre 30 et 70 jours durant lesquels elle évolue de différentes manières : œuf, larve, pré nymphe, nymphe puis imago. Les mues et métamorphoses sont sous le contrôle de deux hormones : l'ecdysone et l'hormone juvénile (**Simonot et al., 2015**).

8. Régime alimentaire

8. 1. Fourmis granivores

Ce groupe comprend des espèces qui incluent régulièrement des graines dans leur alimentation. Sont d'importants prédateurs et disperseurs de graines dans différents écosystèmes (**Rojas, 2001**).

Il existe au Sahara des fourmis granivores et qui ont des magasins à grains (**Gast, 2001**). Elles ont sous la tête, une forte "barbe", de longs poils jaunâtres incurvés. Cette barbe sert toujours à maintenir des graines lisses (légumineuses) entre elles et les mandibules, et non à transporter du sable (**Bernard, 1953a**).

8. 2. Fourmis omnivores

Ce groupe comprend la plupart des espèces qui vivent dans le sol, celles qui combinent la déprédation avec la collecte des détritiques d'origine animale et végétale, ainsi que les sécrétions douces produites par les plantes et les insectes (**Rojas, 2001**).

8. 3. Fourmis herbivores

Les fourmis coupeuses de feuilles vivent en symbiose avec le champignon *Leucoagaricus gongylophorus* (basidiomycète) qu'elles cultivent en lui apportant principalement du substrat végétal frais, pour s'en nourrir ensuite. Cette symbiose est le résultat d'une coévolution datant de plus de 50 millions d'années (**Hölldobler et Wilson 2010**).

8. 4. Fourmis prédatrices

Les fourmis prédatrices consomment des proies animales. Toutes sortes d'arthropodes leur conviennent : araignées, chenilles, diptères, punaises... sont activement chassés et capturés (**Rojas, 2001**).

La prédation directe d'insectes par les fourmis peut dépendre du type d'insecte, de sa taille, de sa densité dans son milieu, ainsi que du comportement de l'espèce de fourmi prédatrice (**Philpott et al., 2008**).

9. Les interactions chez les fourmis

Les écosystèmes sont des ensembles où toutes les espèces sont en interaction dynamique. Les plantes sont souvent associées avec des fourmis, depuis des associations facultatives (consommation, habitat) jusqu'aux associations obligatoires que l'on appelle symbiotiques (**Lenoir, 2012**).

9.1. Relations entre les fourmis et les plantes

9.1.1. Plante myrmécophile

Une plante myrmécophyte ou myrmécophile, est une plante qui offre aux fourmis un logement naturel utilisé comme nid et souvent aussi comme nourriture sous des formes diverses : trophosomes ou corps nourriciers, nectaires extra-floraux, fruits comestibles, arilles des graines, tissus médullaires et gouttelettes huileuses (**Jolivet, 1991**).

9.1.2. Plante myrmécochore

Les fourmis jouent un rôle très important dans la dispersion des graines. Ce phénomène est appelé myrmécochorie. Actuellement, plus de 300 espèces de plantes dans le monde sont considérées comme des plantes myrmécochores.

Les graines sont transportées par les fourmis. Certaines graines servent à la consommation des colonies. D'autres possèdent un appendice attractif pour les fourmis, appendice qui n'est pas nécessaire à la germination : l'élaïosome (du grec elaios : huile, some : corps) (**Simonot et al., 2015**). La dissémination des graines se fait à courte distance (**Gómez et Espadaler, 2013**).

9.2. Relation Fourmis-Puceron

La relation de mutualisme avec les pucerons (Homoptera) est l'une des plus étudiées. Les fourmis récoltent une sécrétion riche en glucides, produite par le puceron, appelé miellat, en échange de laquelle elles fournissent différents services aux pucerons. Bien que la protection des pucerons contre divers ennemis naturels soit reconnue comme le bénéfice majeur (**Way 1963, Stadler et Dixon 2005**),

Les fourmis vont limiter la dispersion des pucerons en coupant les ailes des formes ailées ou par action chimique (les sécrétions des glandes mandibulaires des fourmis inhibent le développement des ailés). De même, les formes aptères se déplacent moins en présence des fourmis (**Oliver et al., 2007**).

9.3. Champignons et fourmis

Diverses espèces de champignons se développent dans le corps de la fourmi, bien que celle-ci se lèche régulièrement. Les ouvrières infectées par des *Rickia* (*Laboulbéniales*) perdent plus d'eau et leur survie est diminuée (**Báthori et al. 2015**). L'ouvrière malade sort du nid pour mourir suite à une infection par des *Laboulbéniales* (**Espadaler et Santamaria 2012**) ou par des *Metarhizium* (**Bos et al. 2012**).

9.4. Bactéries et fourmis

De nombreuses fourmis ont des bactéries symbiotes comme les *Camponotus*. Celles-ci les aident à assimiler des acides aminés, mais aussi facilitent leur défense immunitaire (Souza *et al.* 2009). D'autres bactéries complètent le rôle des champignons en réduisant la consommation d'eau, ce qui est très important en cas de sécheresse (East, 2013).

10. Les fourmis comme bio-indicateurs

Blandin (1986) donnait du bio-indicateur la définition suivante : « Un indicateur biologique (ou bio-indicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui - par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques - permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un éco-complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

Les fourmis constituent un candidat idéal en tant que groupe bio-indicateur du fait de sa grande diversité, sa forte présence dans presque tous les habitats et la facilité des espèces à être collectées (Majer, 1983).

Chapitre II

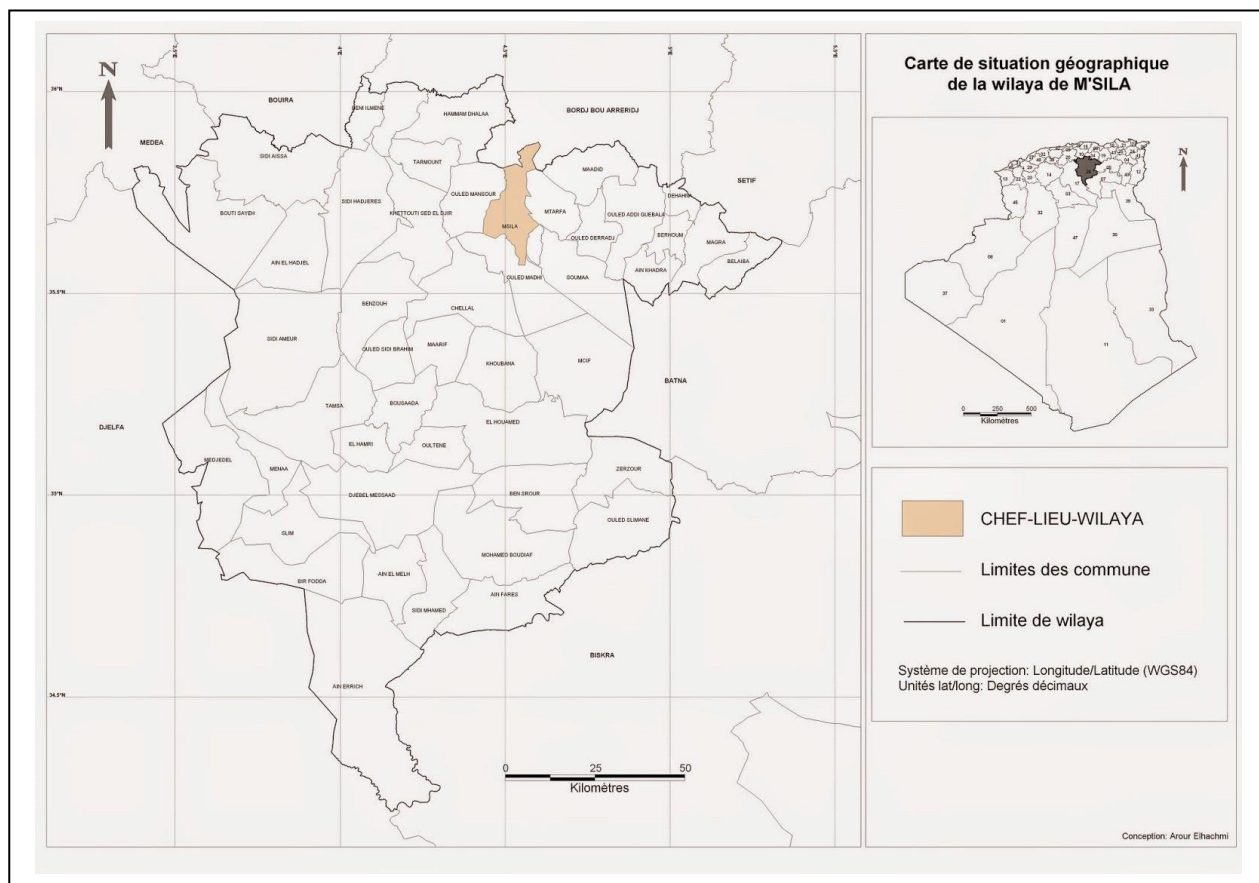
Milieu D'étude

Dans le présent chapitre, différents aspects de la région de M'sila sont présentés : la situation géographique, les facteurs édaphiques et climatiques qui caractérisent la région d'étude ainsi que sa synthèse climatique.

1. Situation géographique

La wilaya de M'sila se trouve à 250 Km au Sud-Est d'Alger. Elle se situe à une latitude de 35°42'20'' Nord et une longitude de 04° 32'30'' Est. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Bouira, Borj-Bou-Arrerij et Sétif, à l'Est par les wilayas de Batna et Biskra, au Sud par les wilayas de Biskra et Djelfa, et à l'Ouest par les wilayas de Djelfa et Médéa (**Fig. 11**).

La région d'étude (Ouled Slema) se situe au nord de la Wilaya de M'sila. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Bordj Bou Arreridj, à l'Est par Ouled Derradj, à l'Ouest par Sidi Hadjeres et au Sud par Ouled Madhi.



(Source : <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueMSILA.html>)

Figure n° 11 : Situation géographique de la wilaya de M'sila

2. Le relief

La structure physique de la wilaya de M'Sila est très hétérogène. Elle se caractérise par trois régions naturelles bien distinctes (D.S.A., 2008 cité par Hadbaoui, 2013) :

- a. **Zone de steppe** qui couvre la plus grande partie du territoire et se caractérise par un couvert végétal clairsemé, traduisant le degré de dégradation des parcours.
- b. **Zone de la plaine du Hodna** où se concentre la grande part de l'activité agricole de la wilaya (céréales, maraîchage, arboriculture).
- c. **Zone de montagnes**, réservée à une agriculture de montagne de type extensif avec quelques massifs forestiers (Fig. 12).

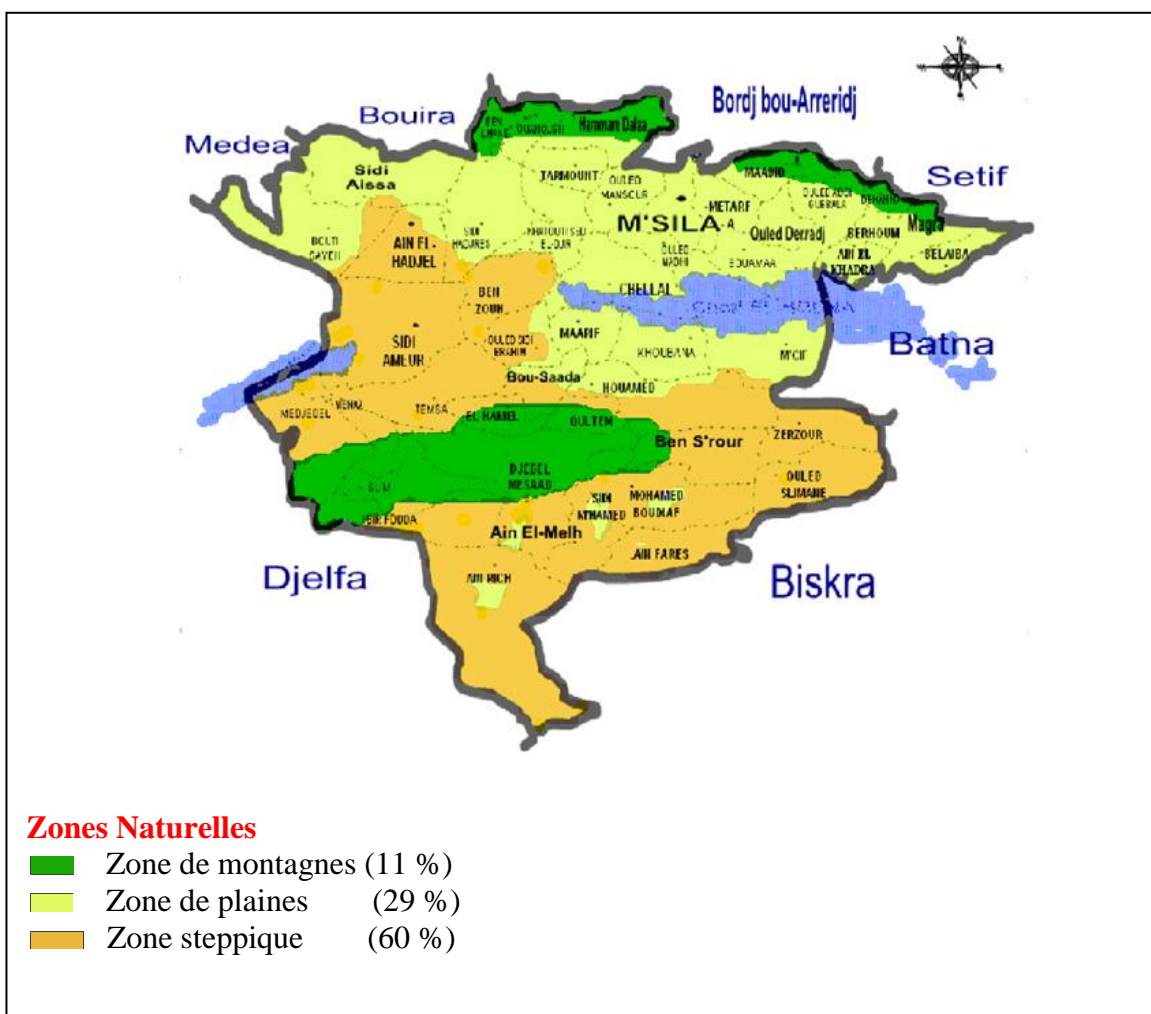


Figure n° 12 : Présentation du Secteur de l'agriculture de la wilaya de M'sila (DSA, 2018).

3. Les ressources hydriques

Selon la **D.S.A., 2008 cité par Hadbaoui (2013)** les capacités hydriques de la wilaya de M'sila sont estimées à 540 millions de m³ en eaux dont 320 millions de m³ sont des eaux superficielles.

3.1. Les oueds

Le réseau hydrographique est constitué de nombreux oueds. Les plus importants sont : Oued El Lahem, Oued El Ksob, Oued M'cif, Oued M'Sila, Oued Maïtar et Oued Boussaâda. La plupart de ces oueds se jettent au Chott El Hodna.

3.2. Les nappes

Deux types de nappes sont connus à travers le territoire de la wilaya :

- Nappe phréatique : peu exploitée car ces eaux sont très chargées et saumâtres.
- Nappes profondes : dont les plus importantes, la captive du Hodna (133 millions m³/an) et d'Ain Irrich (8 millions m³/an).

4. Caractéristiques climatiques

D'après **Thinthoin (1948)**, le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu. C'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement la température, les précipitations et les vents.

4.1 Température

La température est l'un des facteurs climatiques les plus importants. C'est un facteur écologique capital qui influe sur la répartition géographique des espèces (**Dreux, 1980**).

Ce facteur agit directement sur les activités biologiques et écologiques des êtres vivants. Il contrôle leur croissance, leur répartition et leur activité locomotrice (**Ramade, 1984**).

Nous avons rassemblé les températures de la wilaya de M'Sila pour une période de 30 ans allant de 1988 jusqu'à 2017 (**Tab n° 05**).

Tableau n° 05 : Valeurs des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la wilaya de M'sila (1988 - 2017) (**S.M.M, 208**).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
m (°C)	3.6	4.3	7.6	10.8	16.0	20.9	24.5	24.2	19.4	14.6	8.5	4.5
M (°C)	14.2	16.1	20.2	23.7	28.6	35.0	39.1	38.4	32.4	26.2	19.1	14.5
(M+m)/2	8.9	10.2	13.9	17.2	22.3	27.9	31.8	31.3	25.9	20.4	13.8	9.5

M : Température moyenne mensuelle maximale (°C). .

m : Température moyenne mensuelle minimale (°C).

$(M+m)/2$: Température moyenne mensuelle (°C).

Selon le tableau n° 05, on remarque que le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 8.9 °C, et le mois de juillet est le plus chaud avec une température moyenne de 31.8 °C.

4.2 La pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale (**Ramade, 1984**). Elle est définie comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat (**Djebaili, 1978**). En effet, la pluviométrie a une influence importante sur la flore et la faune (**Mutin, 1977**). Elle agit sur la vitesse du développement des animaux (**Dajoz, 1971**).

Le tableau n°06 indique les précipitations moyennes mensuelles de la région de M'sila.

Tableau n° 06 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de M'sila (1988-2017). (**S.M.M, 208**).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
P (mm)	18.4	12.6	15.1	20.6	23.1	9.3	4.1	7.0	22.9	24.1	17.7	17.8	192.7

D'après le tableau n° 06, le mois le plus pluvieux est celui d'Octobre avec 24.1 mm alors que les plus basses pluies sont enregistrées durant le mois de Juillet soit 4.1 mm. La figure n° 13 Montre que la région de M'sila est caractérisée par une pluviométrie faible et irrégulière.

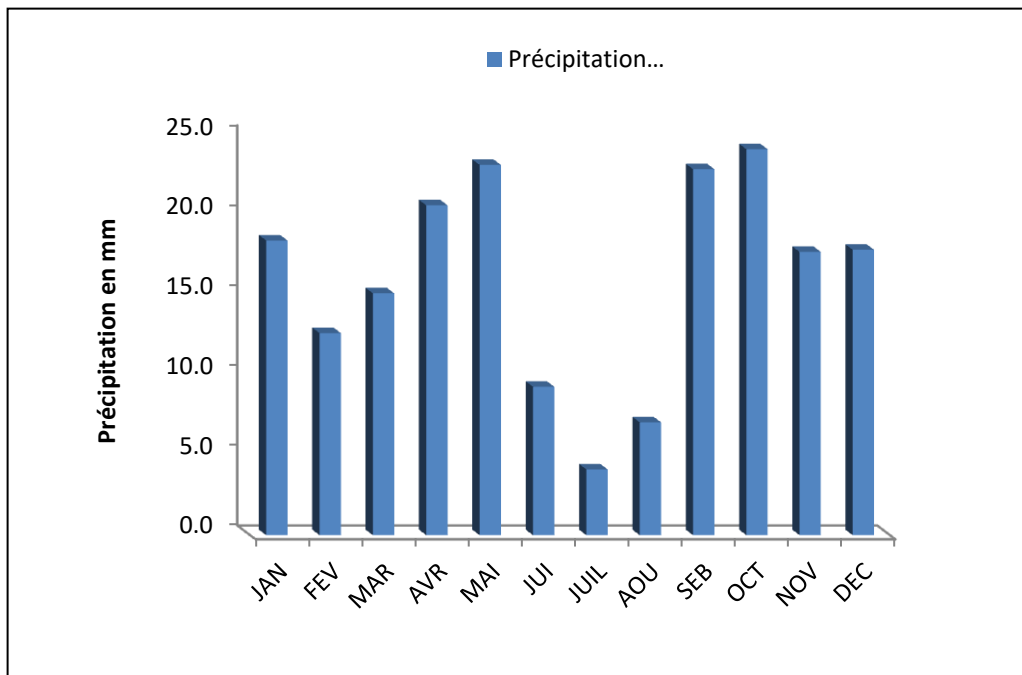


Figure n° 13 : Variations mensuelles des précipitations (mm) pour la région de M'sila (1988-2017).

4.3 Humidité

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (**Dreux, 1980**). **Dajoz (1985)**, rapporte que l'humidité a une influence sur la longévité et la vitesse du développement des espèces ainsi que sur la fécondité et le comportement. La figure n°14 montre le courbe d'humidité de la région de M'sila pendant une période de 30 ans (1988-2017).

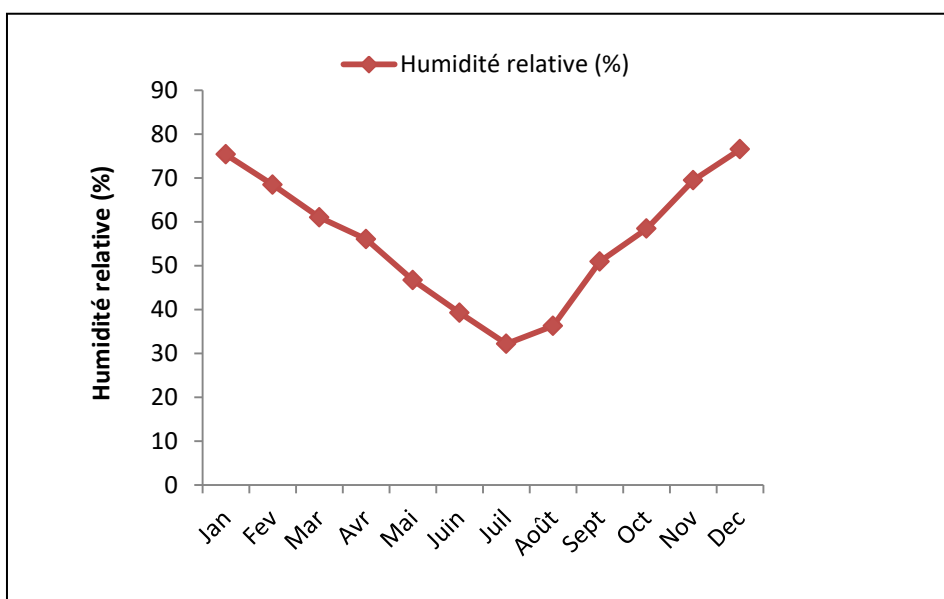


Figure n° 14 : Variations mensuelles de l'humidité relative moyenne en (%) (1988-2017).

La figure n° 14 montre que la moyenne la plus élevée de l'humidité relative est celle des mois de décembre et de janvier, où elle est supérieure à 70%. Durant le mois de juillet, elle est inférieure à 40 %, c'est le taux le plus faible.

4.4 Vent

C'est un facteur écologique qui est souvent sous-estimé dans l'étude de fonctionnement des écosystèmes (Leveque, 2001). Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants (Faurie *et al.*, 1980). C'est un agent de dispersion des animaux et des végétaux (Dajoz, 2006).

Les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent enregistrées pour la région de M'sila pendant un période de 25 ans (1993-2017) sont mentionnées dans le tableau n° 07.

Tableau n° 07 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent en m/s (1993-2017).(S.M.M, 2018).

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
V.Moy.m/s	3.8	4.2	4.4	4.9	4.6	4.4	4.2	3.9	3.7	3.5	3.7	3.8

Selon le tableau n° 07, les valeurs de la vitesse moyenne du vent enregistrées pour une période de 25 ans varient entre 3.5 et 4.9 m/s. La vitesse la plus élevée est enregistrée en mois d'Avril soit 4.9 m/s. Par contre la plus faible vitesse est notée en Octobre soit 3.5 m/s.

5. Synthèse climatique

La température avec les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (Dajoz, 1971). Ces deux facteurs sont utilisés pour construire le diagramme ombrothermique de gaussen et le climagramme pluviométrique d'Emberger.

5.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls

Selon Mutin (1977), le diagramme ombrothermique permet de définir les périodes sèches. Il considère un mois sec lorsque les précipitations exprimées en millimètres sont inférieurs ou égale au double de la température moyenne en degré Celsius ($1\text{ }^{\circ}\text{C} = 2\text{ mm}$) (Dreux, 1980). La figure n°15 montre le diagramme ombrothermique de la région de M'sila établie sur une période de 30 années (1988-2017).

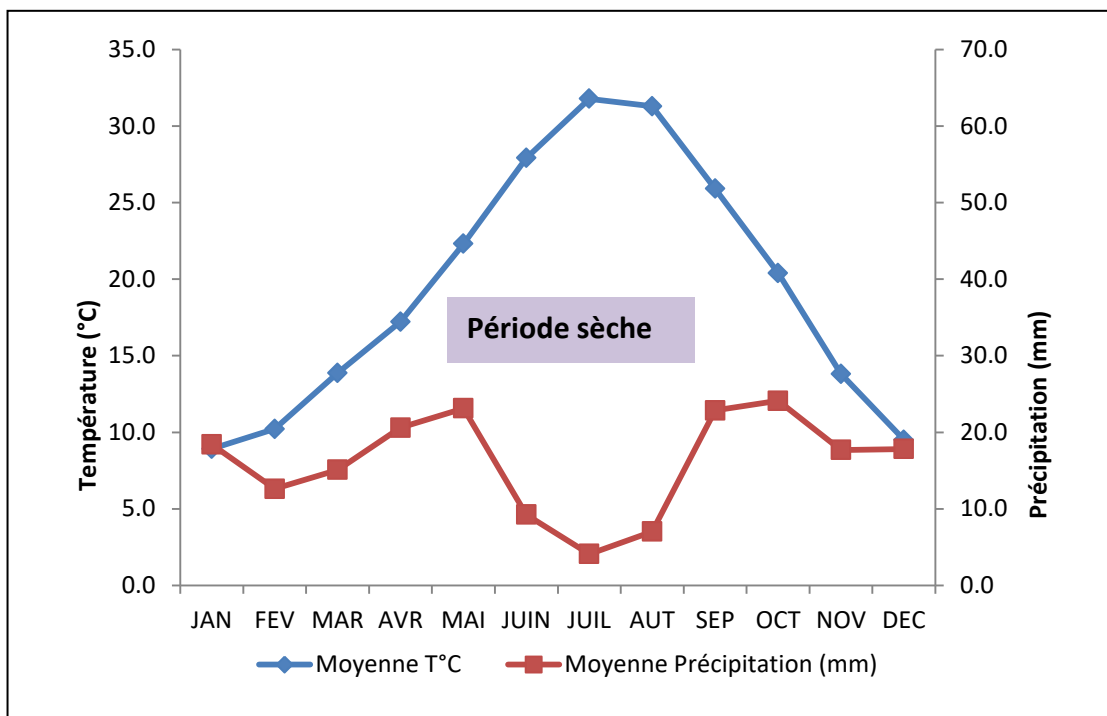


Figure n° 15 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de M'Sila (1988-2017).

Le diagramme ombrothermique établi à partir du système de Bagnouls et Gausсен (1957) montre que la saison sèche s'étale presque sur toute l'année dans la région de M'sila et le mois de Juillet étant le plus chaud et le plus pauvre en précipitation.

5.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet le classement de différents types de climats (Dajoz, 1971).

La classification la plus utilisée a été élaborée par Emberger En utilisant un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur d'un quotient pluviométrique « Q2 » d'une localité déterminée est rapportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année en abscisse. Q2 est calculé par la formule suivante :

$$Q2 = (1000 \cdot P) / (M - m) \quad (M + m) \quad 2 = (2000 \cdot P) / (M2 - m2)$$

La formule du quotient pluviométrique d'Emberger a été modifiée par Stewart (1969 ; 1975) pour le climat de l'Algérie et du Maroc qui se présente comme suit :

$$Q3 = 3.43 * P / (M - m)$$

Q3 : étant le quotient pluvio-thermique retenu par Stewart (1969 ; 1975).

P: est la moyenne de la somme des précipitations annuelle exprimée en mm.

M: est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.

m: est la moyenne des températures minima du mois le plus froid .

Le tableau n° 08 rassemble le résultat de l'application de la formule de **Stewart** pour la région de M'sila pendant une période de 30 ans (1988-2017).

Tableau n° 08 : Valeurs de Q3, P, M, m et M-m enregistrées dans la wilaya de M'sila durant la période allant de 1988 jusqu'à 2017.

Paramètres	P (mm)	M (°C)	m (°C)	M-m	Q3
Valeurs	192.7	39.1	3.6	35.5	18.61

Selon le tableau n°08, la valeur du quotient d'Emberger Q3 est de 18.61 et la température minimale est de -3.6°C. Ces deux valeurs positionnent la région de M'sila dans l'étage bioclimatique aride à hiver froid (**Fig.16**).

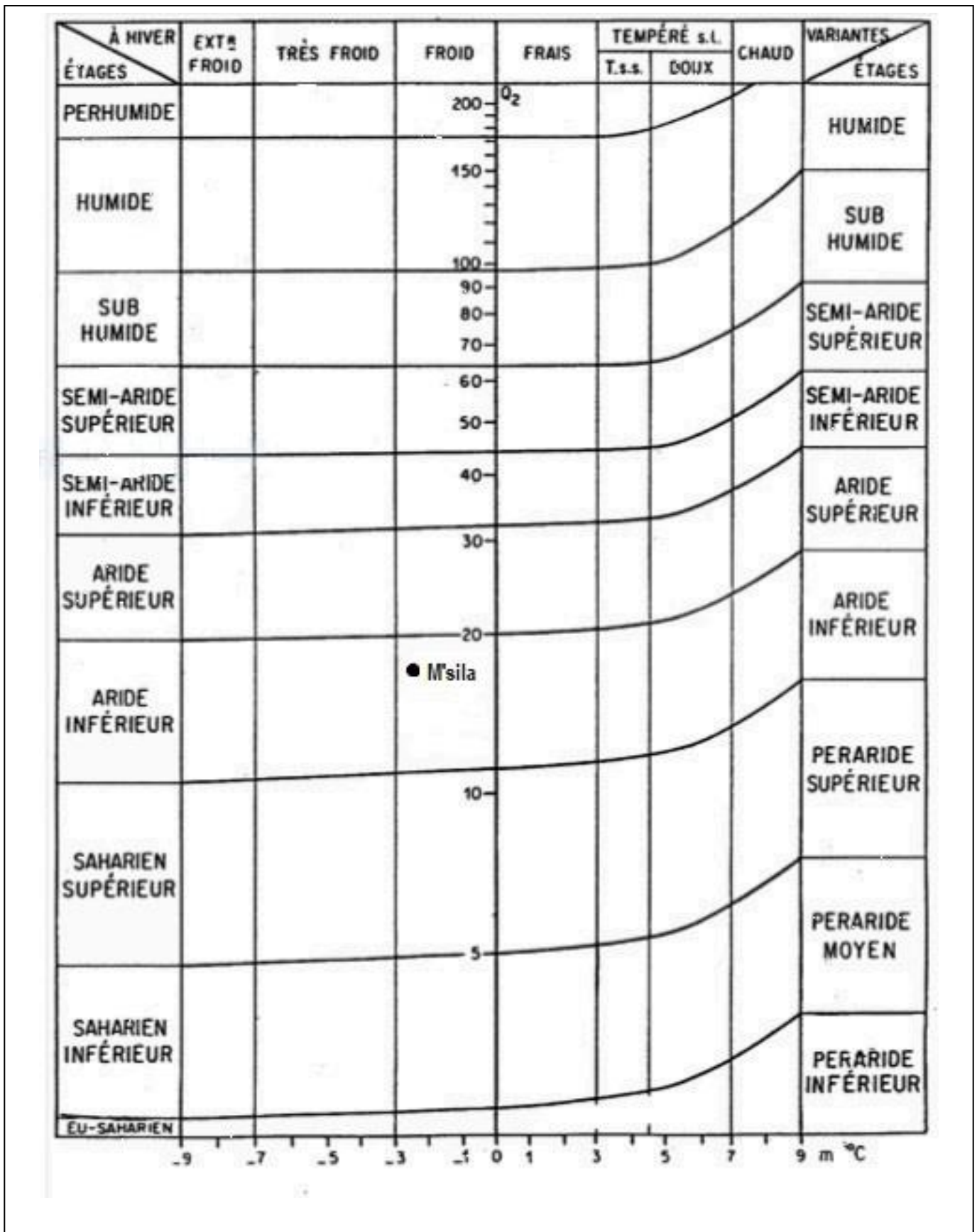


Figure n° 16 : Position de la région de M'sila sur le Climagramme d'Emberger.

Chapitre III
Méthodologie

Ce chapitre comprend le choix et la description de la station d'étude, les techniques d'échantillonnages appliqués sur le terrain, ainsi que les déterminations des espèces récoltées au laboratoire. À la fin du chapitre, les méthodes d'exploitation des résultats par les indices écologiques seront présentées.

1. Choix et présentation de la station d'étude

La station d'étude choisie se situe à Ouled Slema (commune de la wilaya de M'sila). Elle se situe à une altitude de 524 m. Elle se localise à une latitude de $04^{\circ} 54' 73.38''$ Est et une longitude de $35^{\circ} 76' 69.01''$ Nord.

Cette région est limitée au Nord par la wilaya de Bordj Bou Arreridj, à l'Est par Ouled Derradj, à l'Ouest par Sidi Hadjeres et au Sud par Ouled Madhi (Fig.17).

Le Choix de la station est réalisé en fonction de certains paramètres tels que l'absence de traitements chimiques (verger bio) ainsi que la facilité d'accès et la sécurité.



Figure n° 17 : Situation géographique du verger d'Ouled slema (Google earth, 2018).

2. Description du verger

La grenadaie choisie pour l'étude a une surface de 672 m². Elle présente les caractéristiques suivantes qui sont notées dans le tableau n° 9.

Tableau n° 09 : Caractéristiques du verger d'Ouled Slema (M'sila).

Nombre	Age	Variété	Distance entre arbres	Irrigation	Fertilisation	Désherbage
51 arbres	26 ans	Inconnue	Irrégulière entre 2.5m à 5m	Par surface	Absence	Présence

Le verger est limité au Nord par les arbres d'eucalyptus, à l'Ouest par les arbres d'abricotiers et d'oliviers. Dans le côté Est du verger il existe une bergerie. L'irrigation s'effectue à partir de Oued K'sob.

À l'intérieur du verger, il existe des plantes adventices comme *Hordeum murinum*, *Malva sylvestris*, *Oryzopsis miliacea*, *Bromus madritensis*.



Figure n° 18 : verger de grenadier d'Ouled slema

3. Méthodologie

3.1. Echantillonnage des invertébrés

L'échantillonnage a été effectué par des méthodes variées en fonction des objectifs visés. Cependant, les invertébrés en général sont capturés par des pots Barber et à la main (à l'aide d'un aspirateur) alors que les fourmis ont bénéficiés d'une troisième méthode qui est celle de lavage du sol.

3.1.1 Pièges-trappes ou pots Barber

La technique d'échantillonnage utilisée qui sert à la capture des insectes géophiles est la méthode des pots Barber. L'emploi des pièges-trappes ou pots Barber constitue une technique de piégeage des arthropodes de moyennes et de grandes tailles (**Benkhelil, 1991**).

Dans le cas présent les pots-pièges utilisés sont des boîtes de conserve métallique vides, récupérées de 10 cm de diamètre et de 11 cm de hauteur. Ces pots sont enterrés verticalement de façon à ce que l'ouverture se trouve au ras du sol. Les pots Barber sont remplis au 1/3 de leur contenu avec de l'eau additionné de détergent qui joue le rôle de mouillant, empêchant les insectes piégés de s'échapper (**fig. n° 19**). La terre étant tassée autour des pots, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces (**Benkhelil, 1991**).

Le taux de capture d'un piège à fosse pour une espèce est fonction de la densité de population de celle-ci et si le piège utilisé est approprié (**Melbourne 1999**).



Figure n°19 : Pot Barber installé dans le verger.

Date et plan de l'échantillonnage

La date du 27/05/2017 correspond à la première mise en place des pièges (saison printanière). Une autre sortie est effectuée le 09/12/2017 pour l'installation des post pour la saison hivernale. D'autres sorties sont réalisées pour la collecte à la main, le lavage du sol et l'échantillonnage de la flore environnante.

Nous avons utilisé un total de 40 pots Barber soit 20 pots pour chaque saison. Les pièges sont placés en quadrat à raison de 5 pots répartis en 4 lignes. La distance entre les post et les lignes est de 5 m.

Les pots sont laissés 5 jours dans le verger et Les échantillons récoltés sont mis dans des boîtes de Pétri contenant de l'alcool 70° portant des étiquettes sur lesquelles sont indiqués le numéro du piège-trappe, la date de piégeage et le lieu de capture.

3.1.2. Capture à la main

C'est une capture aléatoire à l'aide d'un aspirateur (**Fig.20**). Toutes les espèces vues à l'œil nu ou celles qui se trouvent sous les pierres, sur les troncs des arbres, sous l'écorce ou à l'intérieur des rameaux morts tombés au sol sont échantillonnées.

La capture à la main a été effectuée pendant le mois d'avril de l'année 2018.



Figure n° 20 : Aspirateur utilisé dans la présente étude.

3.1.3. Lavage du sol

Cette méthode consiste à séparer la macrofaune hypogée des éléments du sol (essentiellement des particules minérales) par différence de densités dans une solution. Une fraction de sol est remuée dans une bassine contenant la solution. On récupère les invertébrés flottants avec une pipette, un pinceau ou une pince souple (**Bonneil, 2009**).

Levieux (1969) utilise la technique de flottation comme méthode qualitative de l'échantillonnage des fourmis terricoles. Elle consiste à prélever une série de petits échantillons de terre qui seront placés dans des bacs et recouvert d'eau. Le tout est soigneusement mélangé et agité, puis on laisse reposer, l'écume surnageant est filtrée sur un torchon blanc et les fourmis mêlés à l'écume sont triés.

Le prélèvement du sol a été effectué pendant le mois d'avril de l'année 2018.

À l'aide d'une tarière cinq prélèvements du sol (20 cm× 20 cm× 20 cm) sont effectués.

Le sol est placé dans un plateau en ajoutant de l'eau. Après 24h, le surnageant est ensuite filtré à l'aide d'une passoire et tous les invertébrés sont collectés dans des boites de pétri et conservés dans l'alcool 70°.



Figure n° 21 : Lavage du sol.

L'ensemble des méthodes utilisées pour la capture des invertébrés est résumé dans le plan d'échantillonnage qui est illustré par la figure n° 22.

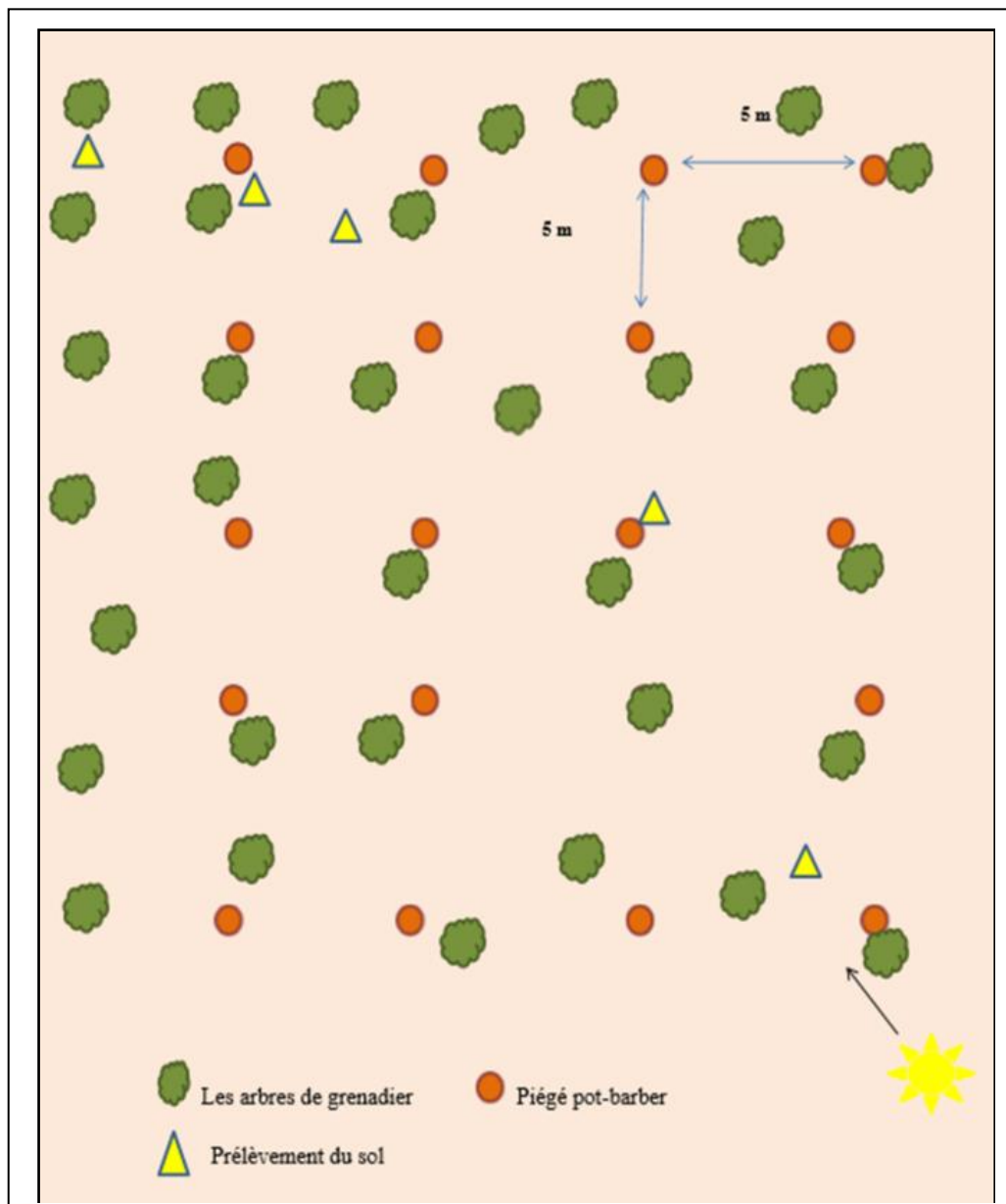


Figure n° 22 : Plan d'échantillonnage des Arthropodes dans le verger d'Ouled Slema

3.2. Méthodes utilisées au laboratoire

La détermination taxonomique des différents groupes d'arthropodes est assurée par **Dr. Barech G** et **Dr Khaldi M.** Plusieurs clés de détermination sont utilisées telles que : **Della santa (1995)**, **Delvar et Aberlenc (1989)**, Hyménoptera of the world (**Goulet et al., 1993**), Spider Identification Guide (**Gerald et al., 2011**), **Séguy (1926 ; 1934 ; 1940)**, et quelque site d'internet comme : **DrawWing, AntWeb, INRA,**

4. Exploitation des résultats

4.1. Qualité de l'échantillonnage

D'après **Blondel (1975)**, la qualité de l'échantillonnage est représentée par le rapport a/N qui correspond à la formule suivante :

$$Q = a/N$$

a: nombre des espèces vues une seule fois en un seul exemplaire.

N: nombre de relevés.

Par ailleurs **Blondel (1979)** ajoute que si ce quotient tend vers zéro on peut dire que l'inventaire qualitatif est réalisé avec précision.

4.2. Indices écologiques de composition

4.2.1. Richesse spécifique totale (S)

C'est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un biotope donné (**Ramade, 1984**). Dans la présente étude la richesse totale est le nombre total d'espèces piégées.

4.2.2. Richesse moyenne (Sm)

Selon **Blondel (1979)**, la richesse moyenne est le nombre moyen des espèces piégées à chaque relevé. Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement (**Ramade, 1984**). Elle peut être calculée par la formule :

$$S_m = \sum S / N$$

S : la richesse spécifique dans chaque relevé.

N : nombre de relevés.

Dans le cadre du présent travail, la richesse moyenne est le nombre moyen des espèces capturées uniquement par les pots Barber.

4.2.3. Fréquence centésimale ou Abondance relative (AR%)

Selon **Dajoz (1971)** la fréquence centésimale est le pourcentage des individus de l'espèce (**ni**) prise en considération par rapport au total des individus **N** toutes espèces confondues. Elle est donnée par la formule suivante :

$$AR (\%) = ni \times 100 / N$$

ni : est le nombre des individus de l'espèce *i* prise en considération.

N : est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

L'abondance centésimale des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné (**Frontier, 1983**).

4.2.4. Fréquence d'occurrence

Selon **Dajoz (1985)**, la fréquence d'occurrence est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage.

$$FO\% = P_i \times 100 / P$$

P_i : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de F.O. **Ramade (2003)** distingue les catégories suivantes :

Si $75\% \leq FO \leq 100\%$, l'espèce est dite Constante
Si $50\% \leq FO < 75\%$, l'espèce est dite régulière
Si $25\% \leq FO \leq 49\%$, l'espèce est dite accessoire
Si $5\% \leq FO < 25\%$, l'espèce est dite accidentelle.

4.3. Indices écologiques de structure

4.3.1. L'indice de diversité de Shannon-Weaver

Selon **Ramade (1984)**, la diversité est le caractère d'un écosystème qui représente les différentes solutions. Elle 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**). Selon **Blondel et al. (1973)**, l'indice de diversité de Shannon -Weaver est le meilleur indice que l'on puisse adopter. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

H' : est l'indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits.

pi : Abondance relative de chaque espèce, est égal à n_i/N .

ni : Abondance de l'espèce de rang i .

N : Nombre total d'exemplaires récoltés.

Log₂ : est le logarithme à base de 2.

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité des espèces de chaque milieu pris en considération. Si cette valeur est faible, le milieu est considéré comme pauvre en espèces, par contre, si cet indice est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces ou favorable au développement des espèces.

4.3.2. Diversité maximale

Blondel (1979) exprime la diversité maximale (H' max) par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \text{Log}_2 S$$

S : est la richesse totale des espèces.

La diversité maximale est exprimée en unités bits.

4.3.3. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)

D'après **Blondel (1979)**, l'équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = H' / H'_{\max}$$

La valeur de l'équirépartition **E** varie entre **0** et **1**.

Lorsque **E** tend vers **0** cela signifie que les effectifs des espèces récoltées ne sont pas en équilibre entre eux. Dans ce cas une ou deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs. Quand **E** tend vers **1** cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre. Leurs abondances sont voisines.

Chapitre IV

Résultats et discussions

Ce chapitre est consacré pour exposer les résultats obtenus sur l'entomofaune associée au grenadier avec un focus sur la Myrmécofaune capturée par différentes méthodes d'échantillonnage.

L'étude a été réalisée sur deux saisons (hiver et printemps 2017) pour déterminer l'activité des espèces, la richesse et la diversité taxonomique en fonction des saisons.

1. Résultats de l'étude floristique :

Nous présentons dans le tableau ci-dessous la liste des espèces végétales adventices rencontrés dans la station d'étude.

Tableau n°10 : Inventaire floristique réalisé dans la grenaderaie d'Ouled Slema (2017)

Famille	Espèce
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i> L., 1753
	<i>Bromus madritensis</i> L.
	<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Asch. & Schweinf.
Amaranthaceae	<i>Chenopodium chenopodioides</i> (L.) Aellen
	<i>Chenopodium vulvaria</i> L.
Asteraceae	<i>Lactuca</i> sp
	<i>Centaurea</i> sp
	<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.
	<i>Anthemis stiparum</i> Pomel
	<i>Reichardia</i> sp
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.
	<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC.
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.

L'inventaire floristique de la parcelle d'étude a révélé la présence de 18 espèces végétales réparties sur 11 familles botaniques. Les Asteracées sont les mieux représentées soit 4 espèces végétales suivis par les Poacées avec 3 espèces. *Anthemis stiparum* et *Raphanus raphanistrum* sont les espèces les plus abondantes sur le terrain.

le genre *Anthemis* comprend environ 100 espèces d'herbes aromatiques (**Reshi et al., 2012**). Environ 10 espèces de ce genre sont cultivées en Algérie. *Anthemis stiparum* est une plante endémique en Algérie et au Maroc (**Quezel et al., 1962**). Plusieurs membres de ce genre sont utilisés en médecine traditionnelle. Les Algériens utilisent *Anthemis stiparum* comme antispasmodique (**Benferdjallah et al., 2017**).

Le *Raphanus raphanistrum* est une plante annuelle de la Famille des Brassicaceae, répandue dans le monde entier. C'est une mauvaise herbe importante en Australie, en Angleterre, au Kenya et en Afrique du Sud (**Holm et al., 1977**).

2. Inventaire des arthropodes piégés par les pots Barber

Les résultats sur les Arthropodes échantillonnés par la méthode des pots Barber dans un verger de grenadier à M'sila durant deux saisons (hiver et printemps 2017) sont enregistrés dans le tableau n° 11.

Tableau n°11 : Inventaire des espèces d'arthropodes capturées dans la région d'Ouled Slema (M'sila).

Classe	Ordre	Famille	Espèce	P	H
Arachnida	Aranea	Lycosidae	Lycosidae sp.ind.	+	+
		Theridiidae	Theridiidae sp.ind.	+	-
		Agelenidae	Agelenidae sp.ind.	+	-
		Thomisidae	Thomisidae sp.ind.	+	-
		Cybaeidae	Cybaeidae sp.ind.	+	-
		Tetragnathidae	Tetragnathidae sp.ind.	+	-
		Dysderidae	Dysderidae sp.ind.	+	+
		Pisauridae	Pisauridae sp.ind.	+	-
		Linyphilidae	Linyphilidae sp.ind.	+	+
		Sparassidae	Sparassidae sp.ind.	+	+
	Aranea Fam.ind.	Aranea sp.ind.	+	-	
	Opiliones	Opiliones fam.ind.	Opiliones sp.ind.	+	-
Acarina	Acarina fam.ind.	Acarina sp.ind.	+	+	
Gastropoda	Stylommatophora	Helicidae	Helicidae sp.ind.	+	-
Crustacea	Isopoda	Oniscidae	Oniscidae sp.ind.	+	+
Enthognata	Collembola	Collembola fam.ind.	Collembola sp.ind.	+	+
Myriapoda	Lithobiomorpha	Lithobiidae	<i>Lithobius sp</i>	+	-

Hymenoptera	Formicidae	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	+	+	
		<i>Messor barbarus</i>	+	+	
		<i>Tetramorium biskrense</i>	+	-	
		<i>Tetramorium semilaeve</i>	+	-	
		<i>Tetramorium sereceiventre</i>	+	-	
		<i>Aphaenogaster mauritanica</i>	+	+	
		<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	+	
		<i>Cataglyphis diehli</i>	+	-	
		<i>Camponotus thoracicus</i>	+	+	
		<i>Temnothorax sp1</i>	+	-	
		<i>Temnothorax sp2</i>	+	-	
		<i>Camponotus lateralis</i>	+	+	
		<i>Plagiolepis schmitzi</i>	+	-	
		<i>Cardiocondyla sp</i>	+	-	
		Megachelidae	Megachelidae sp.ind.	+	-
	Chalcididae	<i>Dirhirus sp</i>	+	+	
	Ichneumonidae	Ichneumonidae sp.ind.	+	+	
	Mymaridae	Mymaridae sp1.ind.	+	-	
		Mymaridae sp2.ind.	+	-	
	Scelionidae	Scelionidae sp.ind.	+	-	
	Diapriidae	Diapriidae sp.ind.	+	-	
	Cynipidae	Cynipidae sp.ind.	+	-	
	Braconidae	Braconidae sp.ind.	+	-	
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	+	-	
	Eulophidae	Eulophidae sp.ind.	+	-	
	Ceraphronidae	Ceraphronidae sp.ind.	+	-	
	Bethylidae	<i>Epyris sp</i>	+	-	
	Halictidae	Halictidae sp.ind.	+	-	
	Megaspilidae	Megaspilidae sp.ind.	-	+	
	Coleoptera	Bostrichidae	<i>Rhyzopertha sp</i>	+	-
		Anthicidae	<i>Anthicus sp 1</i>	+	-
			<i>Anthicus sp 2</i>	+	-
		Ptinidae	<i>Ptinus sp</i>	+	-
Apionidae		Apionidae sp1.ind.	+	+	
		Apionidae sp2.ind.	-	+	
		Apionidae sp3.ind.	+	-	
Chrysomelidae		Chrysomelidae Sp1.ind.	+	+	
		Chrysomelidae Sp2.ind.	+	-	
Coccinellidae		<i>Scymnus sp</i>	+	-	
Carabidae		<i>Synthomus sp</i>	+	-	
		Carabeidae sp1.ind.	+	-	
		Carabeidae sp2.ind.	+	-	
Scarabaeidae		<i>Aphodius sp1</i>	-	+	

		<i>Aphodius sp2</i>	-	+	
		Scarabeidae sp.ind.	-	+	
		Dermestidae	<i>Dermestes sp</i>	+	-
		Byrrhidae	Byrrhidae sp.ind.	+	-
		Elateridae	Elateridae sp.ind.	+	-
		Curculionidae	Curculionidae sp.ind.	+	-
		Staphelinidae	Staphelinidae sp1.ind.	+	-
			Staphelinidae sp2.ind.	+	-
		Cerambycidae	<i>Agapanthia cardui</i>	+	-
		Byturidae	Byturidae sp.ind.	+	-
Diptera	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae sp1.ind.	+	-	
		Cecidomyiidae sp2.ind.	+	-	
	Muscidae	Muscidae sp.ind.	+	+	
	Brachycera	Brachycera sp.ind.	+	-	
	Drosophilidae	Drosophilidae sp.ind.	+	-	
		<i>Zaprionus sp</i>	-	+	
	Tachinidae	Tachinidae sp.ind.	+	+	
	Sarcophagidae	Sarcophagidae sp.ind.	+	-	
	Phoridae	Phoridae sp.ind.	+	-	
	Sciaridae	Sciaridae sp.ind.	+	-	
	Anthomyiidae	Anthomyiidae sp.ind.	+	+	
	Carnidae	Carnidae sp.ind.	+	+	
	Empididae	<i>Stilpon sp</i>	+	-	
	Hybotidae	Hybotidae sp.ind.	+	-	
	Anthomyzidae	Anthomyzidae sp.ind.	+	-	
Hemiptera	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i>	+	+	
	Pentatomidae	Pentatomidae sp.ind.	+	-	
	Miridae	Miridae sp1.ind.	+	-	
		Miridae sp2.ind.	+	-	
	Reduviidae	Reduviidae sp.ind.	+	-	
	Issidae	Issidae sp.ind.	+	-	
	Lygaeidae	Lygaeidae sp.ind.	+	-	
	Nabidae	Nabidae sp.ind.	+	-	
Aleyrodidae	Aleyrodidae sp.ind.	+	-		
Homoptera	Cicadellidae	Cicadellidae sp1.ind.	+	-	
		Cicadellidae sp2.ind.	+	-	
	Aphididae	<i>Aphis punicae</i>	+	+	
Orthoptera	Acrididae	Acrididae sp.ind.	+	-	
	Gryllidae	<i>Gryllus sp</i>	-	+	
Thysanoptera	Thysanoptera fam.ind.	Thysanoptera sp.ind.	+	+	
Lepidoptera	Noctuidae fam.ind.	Noctuidae sp.ind.	+	+	

P : Printemps ; H : Hiver ; + : espèce présente ; - : espèce absente

Dans l'agroécosystème de grenadier d'Ouled Slema, les pots Barber ont permis la capture de plusieurs espèces réparties sur 6 classes : Insecta, Arachnida, Crustacea, Entognatha, Gastropoda et Myriapoda. Ils sont représentés par 15 ordres et 74 familles. La classe des Insectes est la plus représentée soit 84 espèces avec une dominance de l'ordre des Hyménoptères avec 29 espèces.

Aouari (2017), dans un verger de grenadier d'El kharza (M'sila) a récolté 78 espèces appartenant à 5 classes (Insecta, Myriapode, Entognatha, Arachnida, Crustacea) qui se répartissent sur 14 Ordres et 62 Familles avec une dominance de l'ordre des Diptera (24 espèces).

Une faible richesse est signalée par **Bouaicha (2017)**, qui a mené une étude sur la diversité parasitaire associée au grenadier dans trois stations à Touggourt (Temacine, Meggarine et Sidi Slimane), soit 22 espèces appartenant à 16 familles, 9 ordres et 3 classes (Insecta, Arachnida, Crustacea) avec une dominance de l'ordre des Hymenoptera (6 espèces).

3. Exploitation des résultats

Les résultats obtenus par les pots Barber sont exploités par des indices écologiques de composition et de structure.

3.1. Qualité de l'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces vues une seule fois en un seul exemplaire sur le nombre de relevés. Le résultat obtenu est mentionné dans le tableau n° 12.

Tableau n° 12 : Qualité d'échantillonnage appliquée sur les espèces capturées grâce aux pots Barber durant deux saisons.

Paramètres	Printemps	Hiver
a : nombre des espèces	34	15
N : nombre de relevés	20	20
a/N: Qualité d'échantillonnage	1.7	0.75

Le rapport a/N est égal à 0.75 en hiver. Ceci implique que la qualité de l'échantillonnage est qualifiée de bonne, l'effort est donc suffisant.

Au printemps, la valeur de (a/N) est supérieure à 1. Dans ce cas la qualité de l'échantillonnage est insuffisante. Il faut augmenter le nombre de pots pour capturer plus d'espèces d'arthropodes.

De même, **Aouari (2017)** a trouvé un rapport a/N supérieur à 1 dans les deux vergers de grenadier à El Kharza (M'sila). La qualité de l'échantillonnage est jugée donc insuffisante.

Par contre, **Fekkoun (2009)**, note un rapport égale à 0,62 dans un verger d'agrumes dans la région de Baba Ali (Mitidja). L'effort de l'échantillonnage est suffisant et il peut être considéré comme bon.

3.2 Indices écologiques de composition

3.2.1. Richesse totale saisonnière et moyenne

Les valeurs de la richesse totale (**S**) saisonnière et de la richesse moyenne (**Sm**) des arthropodes échantillonnés grâce aux pots Barber dans le verger de grenadier sont citées dans le tableau n°13 suivant :

Tableau n° 13 : Richesse totale (**S**) et moyenne (**Sm**) trouvées dans la grenaderaie d'Ouled Slema.

Paramètres	Printemps	Hiver
Richesse spécifique S	92	33
Richesse moyenne totale Sm	18.55	4.45
Richesse totale	101	

La richesse totale enregistrée dans la grenadraie d'Ouled Slema est élevée soit 101 espèces. Cette richesse varie selon la saison. En effet, durant le printemps elle est de 92 espèces par contre elle diminue durant l'hiver (33 espèces).

Pour ce qui concerne la richesse moyenne, la plus élevée est de l'ordre de 18.55 espèces par pot notée pendant le printemps, alors qu'elle est minimale (égale à 4.45 espèces par pot) en hiver.

Le climat joue un rôle déterminant sur la distribution géographique, sur le nombre de générations annuelles ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles (**Huffaker et al., 1999**). Les arthropodes sont des espèces poïkilothermes, dont la température corporelle varie en fonction de la température du

milieu dans lequel ils vivent. Chez ces espèces, du printemps à l'automne, la température détermine l'initiation et le déroulement des processus vitaux tels que la croissance, l'alimentation, la mobilité, le développement et la reproduction (**Roy et al., 2002**). Par ailleurs, les insectes et les acariens ont développé des mécanismes, tels la diapause ou la migration, qui leur permettent d'échapper aux conditions extrêmes de l'hiver (**Dansk, 1991**). Selon ce même auteur, les variations climatiques telles l'épaisseur et la durée de la couverture de neige, le nombre de jours avec sol gelé et les variations quotidiennes de températures à la sortie de la diapause, sont autant de facteurs qui auront un impact sur l'efficacité de ces mécanismes de survie à l'hiver, ce qui pourra se répercuter sur les taux de survie hivernale de nombreuses espèces.

3.2.2 Abondance relative

3.2.2.1 Abondances relatives en fonction des classes

Les résultats des Abondances relatives des arthropodes capturés par les pots Barber calculées par classe sont notés dans le tableau n° 14.

Tableau n° 14 : Abondances relatives (AR %) des classes d'Arthropodes piégés dans les pots Barber dans le verger durant deux saisons.

Classes	Printemps		Hiver	
	Ni	AR%	Ni	AR%
Insecta	17562	98.9	100	86.96
Arachnida	54	0.3	8	6.96
Gastropoda	3	0.02	-	-
Crustacea	84	0.47	6	5.22
Entognata	53	0.3	1	0.87
Myriapoda	1	0.01	-	-
Total	17757	100	115	100

- : espèce absente

Quatre classes d'invertébrés sont communes entre les deux saisons à savoir : Insecta Arachnida, Crustacea, Entognatha, La classe des Gastropodes et des Myriapodes est signalée au printemps. La classe la plus importante est celle des insectes avec une abondance de 86.96% en hiver et 98.90 au printemps (**Fig. 23**). En remarque que les autres classes présentent des abondances beaucoup plus faibles.

Aouari (2017) note que la classe des Insecta est la mieux représentée avec des taux de 84.8% (pour la grenaderaie 1) et 88.7% (pour la grenaderaie 2) à El Kharza (M'sila).

Par ailleurs, **Gonçalves et al. (2012)** a mené une étude dans une oliveraie en Portugal, où il a trouvé cinq classes d'arthropodes : Chilopoda, Malacostraca, Entognatha, Insecta et Arachnida. Les Collembola dans la classe Entognatha sont plus représentés 70.9% du total des captures. Par contre, les Insecta sont très faible en nombre et ont une abondance de 9%.

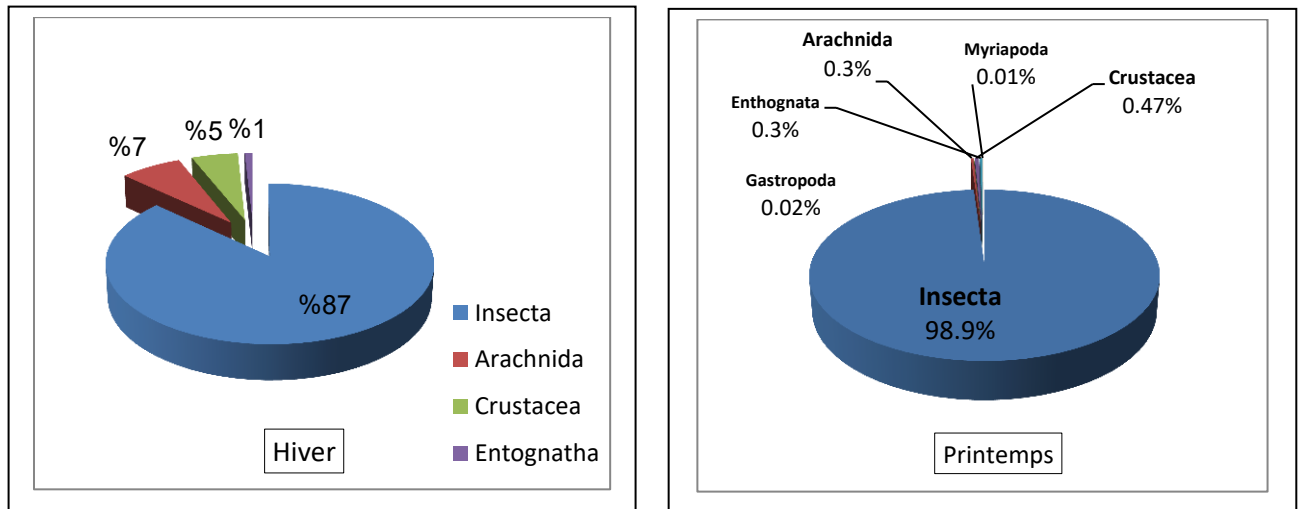


Figure n° 23 : Fréquences centésimales des arthropodes capturés durant les deux saisons en fonction des classes.

3.2.2.2. Abondances relatives (AR%) en fonction des ordres

Les abondances relatives des espèces d'invertébrés piégées dans les pots Barber en fonction des ordres durant les deux saisons sont mentionnées dans le tableau 15.

Tableau n° 15 : Abondances relatives des ordres d'invertébrés piégés dans les pots Barber durant deux saisons.

Ordre	Printemps		Hiver	
	Ni	AR%	Ni	AR%
Hymenoptera	17122	96.42	41	35.65
Coleoptera	85	0.48	13	11.30
Diptera	55	0.31	29	25.22
Hemiptera	180	1.01	2	1.74
Homoptera	105	0.59	1	0.87
Orthoptera	1	0.01	11	9.57
Thysanoptera	11	0.06	1	0.87
Lepidoptera	3	0.02	2	1.74
Aranea	35	0.20	6	5.22
Opiliones	12	0.07	-	-
Acarina	7	0.04	2	1.74
Gastropoda	3	0.02	-	-
Isopoda	84	0.47	6	5.22
Collembola	53	0.30	1	0.87
Myriapoda	1	0.01	-	-

Au total, il y'a 15 ordres d'invertébrés dans le verger, mais on remarque une différence sur l'apparition des ordres durant les deux saisons (15 ordres au printemps vs 12 ordres en hiver).

Il est à remarquer que l'ordre des Hymenoptera domine nettement avec un taux de 96.42% au printemps et 35.65% en hiver. Cet ordre est suivi durant l'hiver par les Diptères (25.22%) et les Coléoptères 11.30% (**Fig.24 et 25**). La dominance des Hyménoptères est marquée dans plusieurs agrosystèmes. En effet, **Aouari (2017)** signale dans deux vergers de grenadier dans la station d'Elkharza une dominance de cet ordre avec 42,4% et 37.1 % pour le verger 1 et 2 respectivement.

De même, **Bouaicha (2017)** dans un verger de grenadier à Touggourt, enregistre un taux de 84% pour cet ordre, suivi par des Coleoptera (6,75%) et des Aranea (2.89%).

Selon **Mohammedi-Boubekka (2007)**, l'agrosystème d'orangers à Mitidja marque la dominance des Coleoptera (26.6%) et des Diptera (20.21%) parmi les 18 ordres trouvés. Par contre les Hymenoptera viennent en troisième position (17.02%).

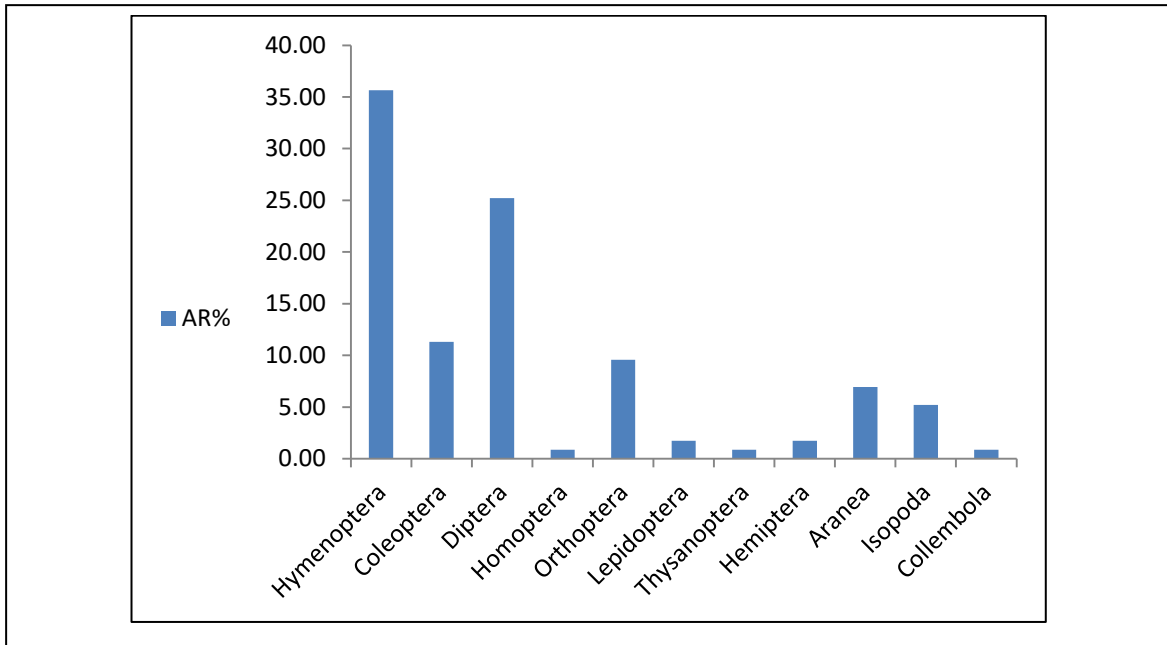


Figure n° 24 : Abondances relatives des arthropodes piégés dans les pots Barber en fonction des ordres durant l'hiver.

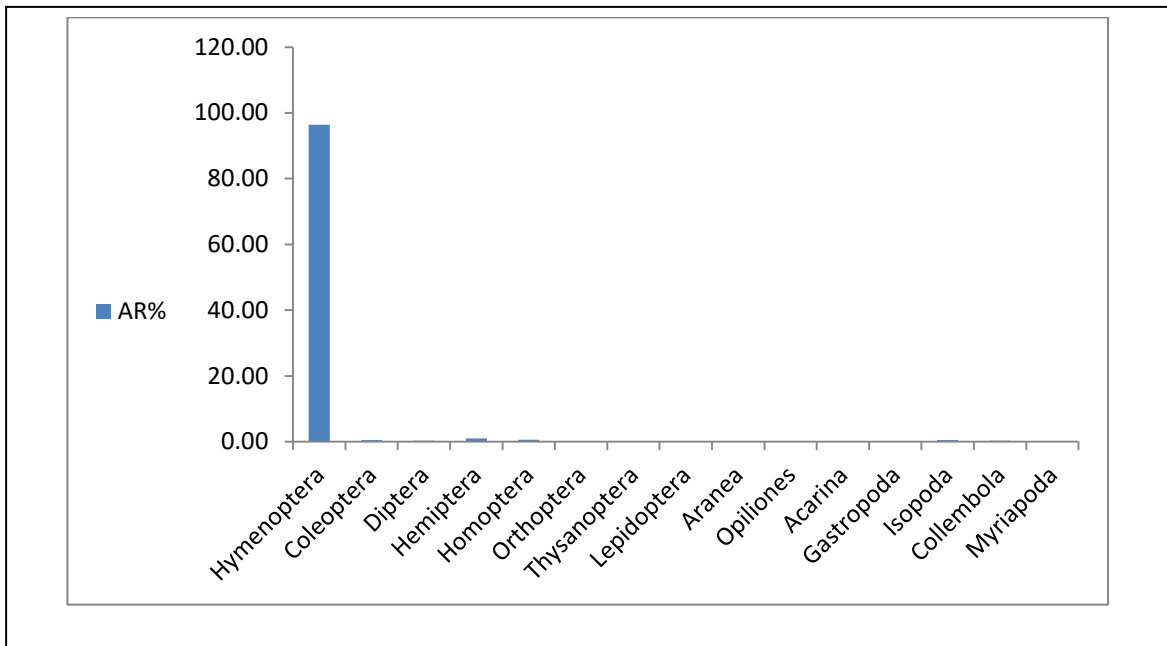


Figure n° 25 : Abondances relatives des arthropodes piégés dans les pots Barber en fonction des ordres au printemps.

Dans les milieux perturbés comme en milieu agricole, les ravageurs des cultures peuvent avoir des effets très importants. Le contrôle des ravageurs s'effectue par d'autres organismes vivants, ennemis naturels, dont principalement les insectes, bactéries, nématodes et champignons les plus utilisés (**Lambert, 2010**). Les insectes auxiliaires sont désignés de façon conventionnelle sous les termes de 'prédateurs' et de 'parasitoïdes' (**Godfray, 1994**).

Les prédateurs sont des chasseurs de proies qu'ils utilisent pour se nourrir ou nourrir leurs larves. Chez certaines espèces d'auxiliaires un seul stade de développement est prédateur, comme les Hyménoptères, coléoptères, Thysanoptères (**INRA, 2016**).

Les parasitoïdes sont des organismes dont les larves se développent aux dépens d'un seul hôte (**Godfray, 1994**), certaines espèces sont capables de parasiter d'autres arthropodes.

La majorité des parasitoïdes appartenant soit à l'ordre des hyménoptères (environ 50 000 espèces décrites), soit à l'ordre des diptères (environ 16 000 espèces connues) (**Feener et Brown, 1997**).

Au cours de notre échantillonnage, les Hymenoptera marquent une forte abondance au niveau du verger du grenadier. Les formicidés occupent la première place dans cet ordre.

Dans cette étape on exploite les résultats concernant les espèces de Formicidés capturées dans la région d'étude.

4. Etude de la Myrmécofaune

4.1. Inventaire des Formicidae

Le tableau n° 16 présente la liste des fourmis inventoriées dans la station d'étude par l'ensemble des méthodes d'échantillonnage utilisées (capture à main, pots Barber et lavage du sol).

Tableau n° 16 : Liste globale des espèces de fourmis trouvées dans la grenadrière d'Ouled Slema (M'sila).

Famille	Sous famille	Espèce	
Formicidae	Dolichoderinae	<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856)	
	Dorylinae	<i>Dorylus fulvus</i> Westwood, 1839	
Formicinae		<i>Cataglyphis bicolor</i> Fabricius, 1793	
		<i>Cataglyphis diehli</i> Forel, 1902	
		<i>Camponotus thoracicus</i> Fabricius, 1804	
		<i>Camponotus lateralis</i> Olivier, 1792	
		<i>Plagiolepis schmitzii</i> Forel, 1895	
		Myrmicinae	<i>Messor barbarus</i> Linnaeus, 1767
		<i>Tetramorium biskrense</i> Forel, 1904	
		<i>Tetramorium semilaeve</i> André, 1883	
		<i>Tetramorium sereceiventre</i> Emery, 1877	
		<i>Aphaenogaster mauritanica</i> Dalla Torre, 1893	
	<i>Temnothorax sp1</i>		
	<i>Temnothorax sp2</i>		
	<i>Cardiocondyla sp</i>		
	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)		
	<i>Crematogaster inermis</i> Mayr, 1862		

4.2. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage est représentée par le rapport des espèces récoltées une seule fois en un seul exemplaire sur le nombre total de relevés. Le résultat est mentionné dans le tableau n°17.

Tableau n° 17 : Qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de fourmis piégées par les pots Barber

qualité d'échantillonnage	Printemps	Hiver
a : Nombre d'espèces	5	1
N : nombre des pots Barber installés	20	20
a/N: Qualité d'échantillonnage.	0.25	0.05

Les espèces récoltées une seule fois en un seul exemplaire au printemps sont 5 espèces à savoir *Cataglyphis diehli*, *Tetramorium semilaeve*, *Tetramorium sereceiventre*, *Temnothorax sp2*, *Cardiocondyla sp* avec un rapport a/N égal à 0.25. Pour la saison hivernale on remarque une seule espèce récoltée une seule fois en un seul exemplaire (*Cataglyphis bicolor*) avec un rapport a/N égal à 0.05.

La qualité d'échantillonnage pour les deux saisons tend vers le zéro. Donc, le rapport a/N est qualifié de bon indiquant que le nombre de relevés est suffisant.

(Belaid, 2016) dans l'oliveraie de Nouara, a enregistré la même valeur pour ce rapport (a/N = 0.05) et note la présence de deux espèces uniques (*Cataglyphis diehli*, *Camponotus lateralis*).

4.3. Efficacité et complétude des méthodes d'échantillonnage

Nous avons opté pour l'utilisation des pots Barber, le lavage du sol et la récolte à main afin de démontrer l'apport et l'efficacité de chaque méthode pour l'échantillonnage de la myrmécofaune. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n°18.

Tableau n° 18 : Richesses spécifiques des fourmis selon les méthodes d'échantillonnage (Pots Barber (PB), lavage du sol (LS) et collecte à main (CM)).

Espèce	PB	LS	CM
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	+	+	+
<i>Messor barbarus</i>	+	+	+
<i>Tetramorium biskrense</i>	+	+	-
<i>Tetramorium semilaeve</i>	+	-	-
<i>Tetramorium sereceiventre</i>	+	+	-
<i>Aphaenogaster mauritanica</i>	+	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	-	+
<i>Cataglyphis diehli</i>	+	-	-
<i>Camponotus thoracicus</i>	+	-	-
<i>Temnothorax sp1</i>	+	+	+
<i>Temnothorax sp2</i>	+	-	-
<i>Camponotus lateralis</i>	+	-	-
<i>Plagiolepis schmitzii</i>	+	+	-
<i>Pheidole pallidula</i>	-	+	+
<i>Dorylus fulvus</i>	-	+	-
<i>Cardiocondyla sp</i>	+	+	-
<i>Crematogaster inermis</i>	-	-	+
Richesse spécifique	14	9	6

En ce qui concerne les espèces de formicidés capturées par les différentes méthodes d'échantillonnages leurs nombre atteint 17 espèces dans la région d'étude. Les pots Barber apportent la majorité des espèces (14 espèces) suivis par le lavage du sol avec 9 espèces et 6 espèces seulement sont récoltées à la main (fig. 26).

On remarque que certaines espèces apparaissent dans l'une des méthodes et sont absentes dans l'autre. Cet état est lié à la spécificité de la méthode d'échantillonnage utilisée et au mode de vie de chaque espèce de fourmis (nidification et fouragement). Donc toutes les méthodes de capture sont complémentaires.

Les espèces *Cataglyphis diehli*, *Camponotus lateralis*, *Tetramorium semilaeve*, *Aphaenogaster mauritanica*, *Camponotus thoracicus*, *Temnothorax sp2*, ont été collectées seulement à partir des pots Barber.

Selon **Cagniant (2009)**, les *Cataglyphis* nichent en lieux découverts (grandes clairières, pâturages de montagne, steppes), les bas-côtés terreux des routes et les friches. Les colonies sont établies dans les endroits plats.

Camponotus lateralis est une espèce arboricole qui niche dans les troncs ou sous les pierres (**Cagniant, 1996a**).

Tetramorium semilaeve, est une fourmi co-dominante sous les pierres et dans la clairière (**Perrault et al., 1988**). Elle recherche les pentes xériques ensoleillées, sur terrain rocheux pauvre en végétation (**Livory, 2003**).

D'après **Bernard (1971)**, *Camponotus thoracicus* est plus fréquente dans les oasis et sur les hauts plateaux ou il existe presque partout.

En effet, le mode de vie de ces espèces permet leur collecte par les pots Barber.

Dorylus fulvus est enregistrée seulement dans la méthode de lavage du sol. Les *Dorylus* vivent en communauté souterraine, parfois en grand nombre, sans construire de nid très apparent (**Seignobos, 1999**). Elles ne viennent en surface qu'en de rares occasions (inondations) ou pour accompagner les mâles qui prennent leur vol. Leurs sociétés sont très peuplées. Les soldats et les ouvrières font des expéditions souterraines pour capturer des insectes et d'autres petits animaux (**Cohic, 1948**).

Crematogaster inermis est capturée à la main seulement difficile à capturer par d'autres méthodes. C'est une espèce arboricole. Elle habite les bois morts, les troncs, branches et les pétioles foliaires de l'arbre (**Duviard et al., 1974**).

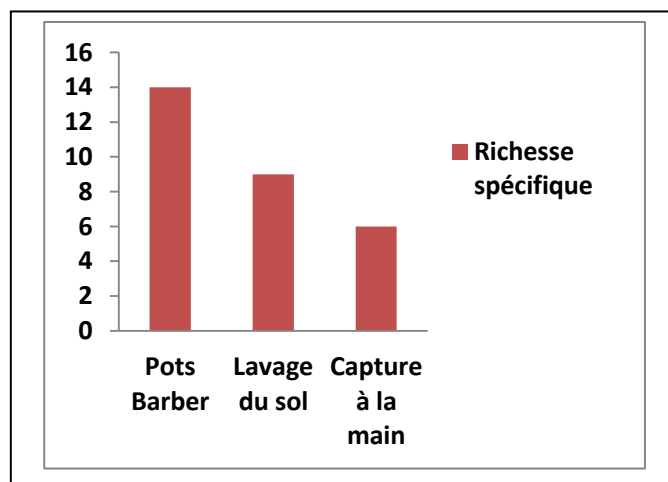


Figure n° 26 : Richesses spécifiques obtenues par les différentes méthodes d'échantillonnage.

4.4. Exploitation des résultats des Pots Barber

4.4.1. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition choisis sont la richesse moyenne, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence.

4.4.1.1. Richesse totale et moyenne

Les valeurs des richesses totales et moyennes des fourmis piégées dans le site d'étude durant le mois de Décembre et le mois de Mai de l'année 2017 sont mentionnées dans le tableau n° 19.

Tableau n° 19 : Richesses totales et moyennes des espèces de fourmis capturées dans la grenaderaie d'Ouled Slema (M'sila).

	Printemps	Hiver
Richesse spécifique totale (S)	14	6
Richesse moyenne (Sm)	4.7	1.25

Dans la station d'Ouled Slema, on note une richesse totale de 14 espèces capturée par les pots Barber. La richesse totale la plus élevée est notée au printemps avec 14 espèces et une richesse moyenne de $S_m = 4.7$. Par contre en saison hivernale, on observe que la richesse totale est égale à 6 espèces avec une richesse moyenne de 1.25 espèces par pot piège.

4.4.1.2. Abondance relative ou Fréquence centésimale

Les fréquences centésimales sont calculées pour les sous-familles ainsi que pour les espèces de fourmis récoltées dans le verger.

4.4.1.2.1. Fréquences centésimales en fonction des sous familles

Les résultats de la fréquence centésimale calculée pour les sous-familles des fourmis sont enregistrés dans le tableau n° 20 suivant.

Tableau n° 20 : Abondances relatives des sous-familles de Formicidae dans le verger de grenadier d'ouled Slema.

Sous famille	Printemps		Hiver	
	Ni	AR%	ni	AR%
Dolichoderinae	16766	98.09	15	39.47
Myrmicinae	263	1.54	18	47.37
Formicinae	63	0.37	5	13.16
Total	17092	100	38	100

Un total de 17092 individus est récolté au printemps par la méthode de pots Barber représenté par trois sous-familles à savoir (Formicinae, Myrmicinae, Dolichoderinae). Les Dolichoderinae sont largement dominantes avec 16766 individus soit une abondance de 98%. Les Myrmicinae et les Formicinae sont faiblement représentées avec des abondances égales à 1.54 % et 0.37 % respectivement (**Fig. 27**).

En hiver, le nombre total des individus capturés est beaucoup moins faible que celui du printemps. On remarque que la sous famille des Myrmicinae est classée en première position avec 47.37% suivie par les Dolichoderinae (39.47%) et enfin les Formicinae (13.16%).

En hiver, la température moyenne enregistrée pendant le mois de Décembre est 8.8°C. Cette basse température incite la majorité des espèces de fourmis d'entrer en hibernation. D'ailleurs on remarque que le nombre des espèces présentes en hiver est faible soit 6 espèces seulement par rapport au mois de Mai. La remontée des températures pendant le printemps ($T = 25.5^{\circ}\text{C}$) favorise la relance des activités des espèces de nouveau (**Barech com. pers.**). D'après **Chauvin (1961)**, la température et l'humidité sont parmi les facteurs qui interviennent dans le contrôle de la fertilité et de la fécondité.

Les fourmis sont des animaux poïkilothermes. Leur température corporelle suit les variations du milieu. Cela signifie que l'activité des ouvrières va dépendre de la chaleur ambiante ; plus il fait chaud, plus elles travaillent vite. Quand l'hiver arrive à sa fin, la température à la surface augmente très rapidement et inonde les couches supérieures de la fourmilière. Les quelques centaines de fourmis présentes à cette profondeur sortent alors de leur hibernation pour rejoindre la surface.

Elles prennent un véritable bain de soleil et emmagasinent un maximum de chaleur. Dès lors, elles vont jouer le rôle de messagères thermiques en retournant dans les couches profondes du nid, répandant ainsi la chaleur et invitant le reste de la société à sortir se réchauffer. Dans le cas des sociétés polygynes, même les reines participent à ce phénomène et ce sera la seule occasion de les apercevoir durant la saison d'activité (Donze, 2011).

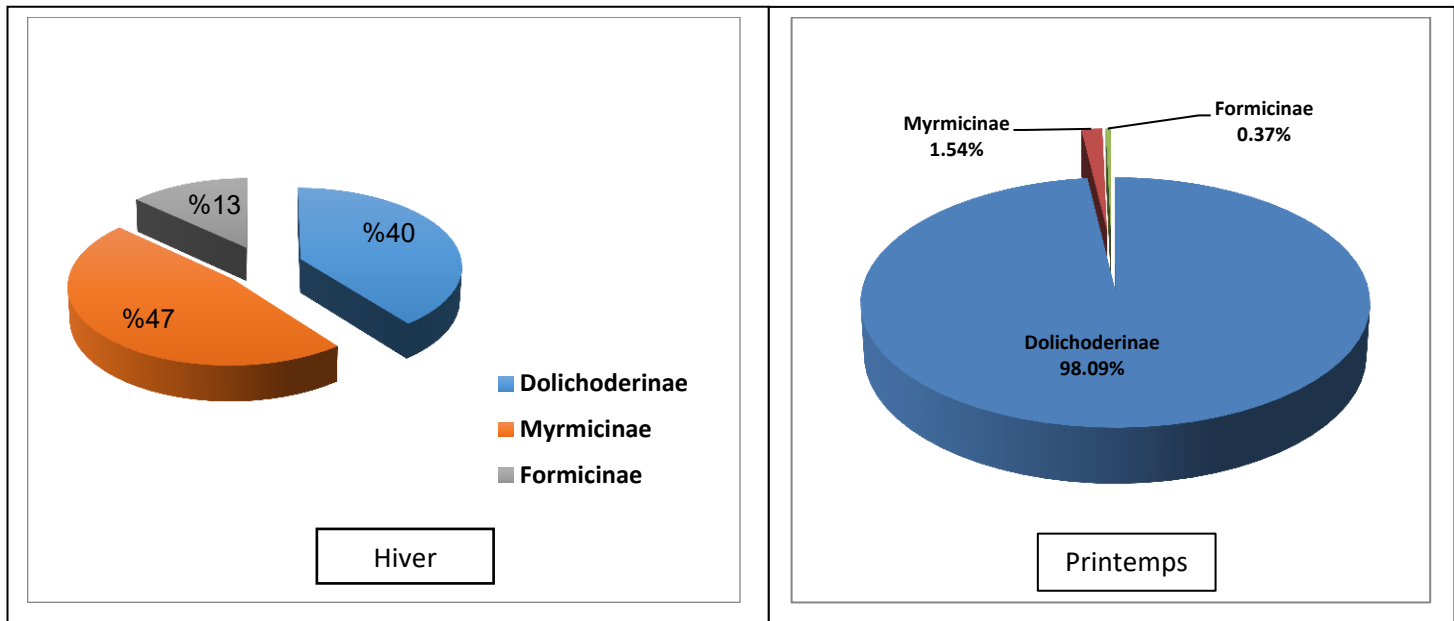


Figure n° 27 : Fréquences des Sous-familles des fourmis capturées dans le verger de grenadier d'Ouled Slema (2017).

4.4.1.2.2 Fréquences centésimales en fonction des espèces

Les résultats du tableau 21, montrent les valeurs des fréquences centésimales pour chaque espèce de fourmis durant les deux saisons d'étude.

Tableau n° 21 : Fréquences centésimales calculées pour les espèces de fourmis présentes dans le verger d'Ouled Slema.

Sous-famille	Espèce	Printemps		Hiver	
		Ni	AR%	Ni	AR%
Dolichoderinae	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	16766	98.09	15	39.47
	<i>Messor barbarus</i>	104	0.61	12	31.58
	<i>Tetramorium biskrense</i>	93	0.54	-	-
	<i>Tetramorium semilaeve</i>	1	0.01	-	-
	<i>Tetramorium sereceiventre</i>	1	0.01	-	-
	<i>Aphaenogaster mauritanica</i>	59	0.35	6	15.79
	<i>Temnothorax sp1</i>	3	0.02	-	-
	<i>Temnothorax sp2</i>	1	0.01	-	-
	<i>Cardiocondyla sp</i>	1	0.01	-	-
	Formicinae	<i>Cataglyphis bicolor</i>	39	0.23	1
<i>Cataglyphis diehli</i>		1	0.01	-	-
<i>Camponotus thoracicus</i>		6	0.04	2	5.26
<i>Camponotus lateralis</i>		13	0.08	2	5.26
<i>Plagiolepis schmitzii</i>		4	0.02	-	-
Total		17092	100	38	100

- : espèce absente

D'après le tableau n° 21, les abondances des fourmis varient d'une saison à l'autre. On note une forte abondance de *Tapinoma nigerrimum* qui domine largement au printemps dans le verger avec 98% soit 16766 individus (**Fig.28**).

Cette espèce domine toujours en hiver (39.47%), suivi par *Messor barbarus* (31.58%) et *Aphaenogaster mauritanica* (15.79%). Les autres espèces sont moins abondantes avec des taux qui varient entre 2.63 et 5.26 % (**Fig.29**).

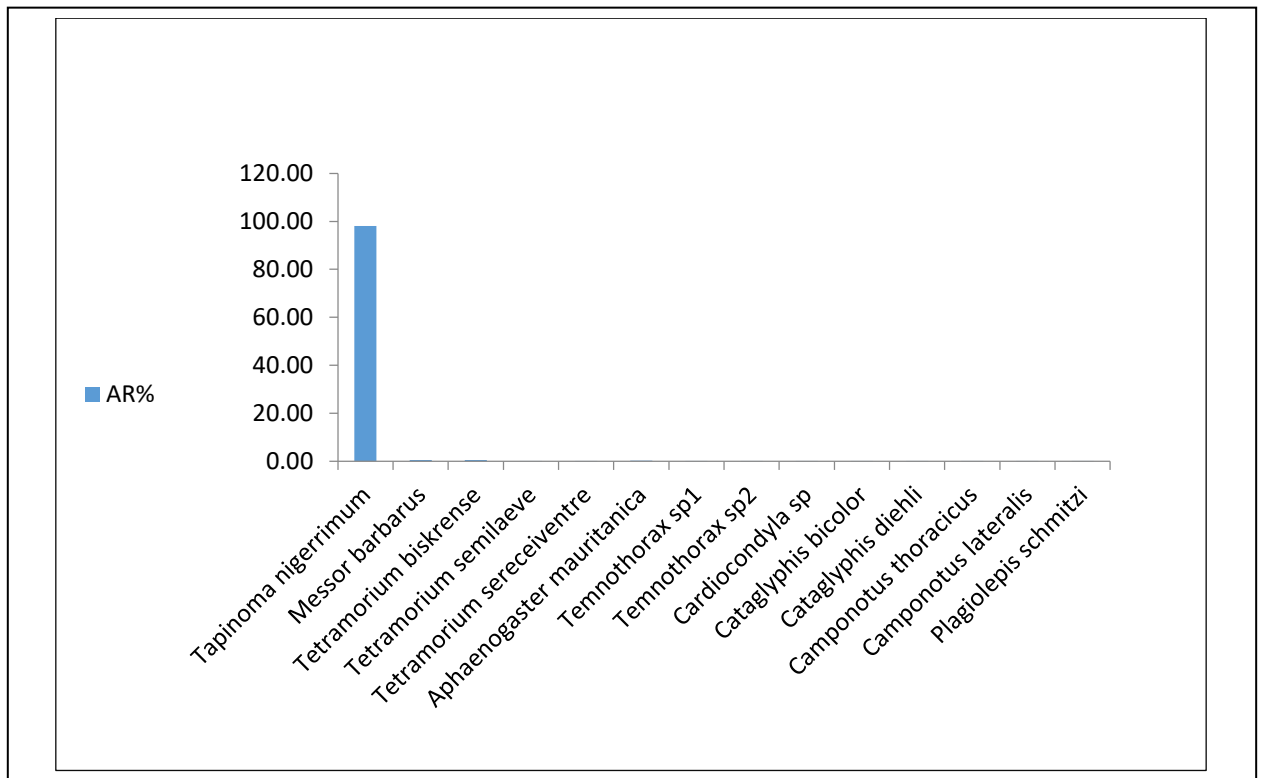


Figure n°28 : Fréquence centésimale de fourmis durant le Printemps.

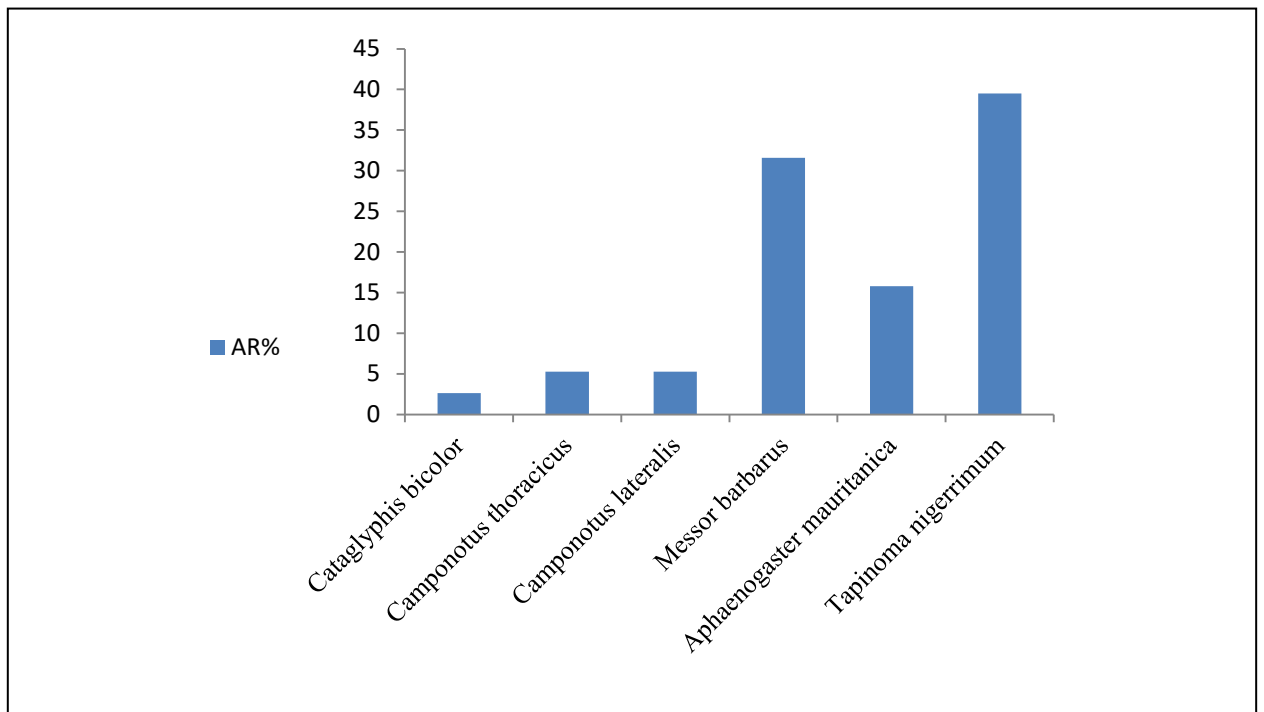


Figure n°29 : Fréquence centésimale de fourmis durant l'hiver.

Les espèces dominantes sont généralement les plus abondantes et sont caractérisées par des colonies de grandes tailles, réparties en un ou plusieurs nids (**Davidson, 1998**). C'est le cas noté pour l'espèce *Tapinoma nigerrimum* dans le verger où des super colonies sont observées. Ces espèces dominantes vont tolérer sur leur territoire des espèces non dominantes, mais vont exclure les autres dominantes de leurs territoires, ce qui va conduire à une répartition des dominantes en mosaïque (**Majer, 1993 ; Dejean et Corbara 2003**).

Djioua et al. (2011) note l'abondance de l'espèce *Tapinoma simrothi* dans des milieux agricoles situés à Tizi-Ouzou (32,24% pour un verger d'agrumes et 30,39% pour celui de pêches).

(Bouzekri et al., 2013) a montré la dominance de *Tapinoma nigerrimum* dans deux milieu cultivés (maraîchère) à Djelfa, avec un taux de 56.40% dans une parcelle de carotte et 50.20 % dans celle de pomme de terre.

Toukali (2017), dans le verger de poirier à Sidi Embarek Bordj Bou Arreridj note que *Tapinoma nigerrimum* est l'espèce la plus abondante parmi les arthropodes piégés avec un taux de 20.89%.

Fekkoun (2009), signale que les fourmis sont dominantes dans le verger d'agrumes à Baba Ali (Mitidja). En effet, *Tapinoma nigerrimum* vient au premier rang avec 109 individus (61,9 %).

Habituellement, les fourmis sont considérées comme des ravageurs dans l'agriculture et sont ciblées dans de nombreux programmes de lutte (**Campolo et al., 2015**).

Tapinoma nigerrimum est une espèce anthropophile qui nidifie ses nids autour les plantes où des relations (puceron-fourmis) ou (cochinille-fourmis) peuvent s'installer et marquées par la présence des exsudats (**Cagniant, 1966**) (**Fig.30**). Elle domine les fourmis communément répandue dans la région méditerranéenne (**Cerdá et al., 1998**).

En fait, l'activité de *T. nigerrimum* chevauche partiellement celle des larves de 3^{ème} stade qui va se nymphoser au sol et les fourmis sont fortement attirées par les larves. Selon **Campolo et al. (2015)**, le corps de la larve émet des substances chimiques volatiles (présents à la surface des larves) qui sont suffisamment attractifs pour servir de signaux aux fourmis pour localiser leurs proies.

Tapinoma nigerrimum adopte un système de recrutement de masse puissant et efficace pour exploiter les sources de nourriture. En effet, elle forme de grandes colonies avec des milliers de travailleurs très actifs et agressifs qui patrouillent dans des zones étendues (**Cerdá et al., 1989, 1997**).

Selon les travaux de certains auteurs notamment **Pemberton et Willard (1918)**, **Willard (1927)**, **Wong *et al.* (1984)**, **Wong et Wong (1988)**, **Eksafi et Kolbe (1990)**, **El Keroumi *et al.* (2010)**, cette espèce est un bon candidat comme agent de contrôle de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*.



(Originale)

Figure n° 30 : Relation de mutualisme (Fourmis-puceron) dans le verger d'Ouled Slema.



Figure n° 31 : Les nids de *Tapinoma nigerrimum* dans le verger d'Ouled Slema.

4.4.1.3. Fréquence d'occurrence

Les différentes catégories de fréquences d'occurrence des fourmis piégées dans les pots Barber sont présentes dans le tableau n°22.

Tableau n° 22 : Fréquence d'occurrence appliquée aux espèces de fourmis (printemps et hiver 2017).

Espèce	Printemps			Hiver		
	Pi	FO%	Catégorie	Pi	FO%	Catégorie
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	20	100	Constante	10	50	Régulière
<i>Messor barbarus</i>	10	50	Régulière	7	35	Accessoire
<i>Tetramorium biskrense</i>	17	85	Constante	-	-	-
<i>Tetramorium semilaeve</i>	1	5	Accidentelle	-	-	-
<i>Tetramorium sereceiventre</i>	1	5	Accidentelle	-	-	-
<i>Aphaenogaster mauritanica</i>	8	40	Accessoire	3	15	Accidentelle
<i>Temnothorax sp1</i>	3	15	Accidentelle	-	-	-
<i>Temnothorax sp2</i>	1	5	Accidentelle	-	-	-
<i>Cardiocondyla sp</i>	1	5	Accidentelle	-	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	14	70	Régulière	1	5	Accidentelle
<i>Cataglyphis diehli</i>	1	5	Accidentelle	-	-	-
<i>Camponotus thoracicus</i>	5	25	Accessoire	2	10	Accidentelle
<i>Camponotus lateralis</i>	7	35	Accessoire	2	10	Accidentelle
<i>Plagiolepis schmitzii</i>	3	15	Accidentelle	-	-	-

- : absente.

Quatre catégories d'occurrence ont été enregistrées dans la région d'Ouled Slema. On note des espèces qui sont constantes, régulières, accessoires et accidentelles. Pendant l'hiver, les espèces constantes sont absentes (**Fig.32**).

Au printemps, deux espèces sont dites constantes. Il s'agit de *Tapinoma nigerrimum* et *Tetramorium biskrense*. Les espèces régulières sont *Messor barbarus* et *Cataglyphis bicolor*. Les espèces Accessoires sont *Aphaenogaster mauritanica*, *Camponotus thoracicus*, *Camponotus lateralis*. Alors que *Tetramorium semilaeve*, *Tetramorium sereceiventre*, *Temnothorax sp1*, *Temnothorax sp2*, *Cardiocondyla sp*, *Cataglyphis diehli* et *Plagiolepis schmitzii* sont dites Accidentelles.

En hiver, on a recensé une espèce régulière représentée par *Tapinoma nigerrimum*, une espèce Accessoire *Messor barbarus*, et 4 espèces sont considérées comme Accidentelle : *Aphaenogaster mauritanica*, *Cataglyphis bicolor*, *Camponotus thoracicus*, *Camponotus lateralis*.

Leghzal-Moussaoui (2015) marque au niveau du sahel algérois dans un verger d'abricotier deux espèces constantes qui sont *Tapinoma nigerrimum* et *Aphaenogaster testaceo-pilosa*.

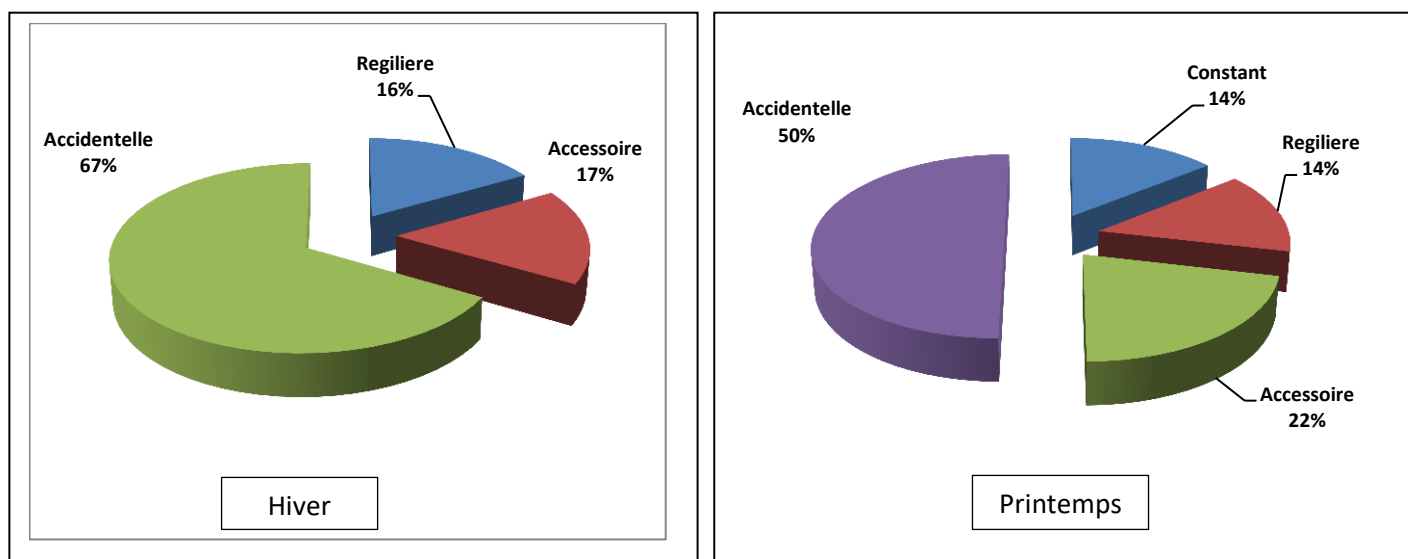


Figure n°32 : Fréquence d'occurrence des fourmis trouvées dans la grenadaie d'Ouled Slema.

L'occurrence de *Tapinoma nigerrimum* est la plus importante dans notre station d'étude. Les *Tapinoma nigerrimum* sont très commune partout (**Forel, 1889**), et connue dans les plaines et l'atlas (**Cagniant, 1962**). Les nids de cette espèce sont très grands, peuplés et peuvent être trouvés jusqu'à un mètre de profondeur dans le sol (**Pickles, 1943 ; 1944**). Extérieurement, leurs fourmilières sont très caractéristiques (**Castello et al., 1983**).

C'est une espèce recruteuse en masse et forme généralement des colonnes de travailleurs pendant la recherche de nourriture. Elle est active à des températures modérées et une humidité relative élevée comme elle peut-être trouver à l'ombre ou avec une activité nocturne (**Redolfi et al., 2002**).

Son activité est diurne dans les mois les plus froids et nocturne pendant l'été (**Cerda et al., 1989**). *T. nigerrimum* est omnivore. Son alimentation est principalement à base de pucerons de la mélasse et aussi d'animaux (**Pickles, 1943 ; 1944**).

4.4.2. Application des indices écologique de structure

Les résultats concernant les indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), de diversité maximale (H' max) et d'équitabilité (E) appliqués aux espèces de fourmis échantillonnées durant deux saisons dans la station d'étude sont mentionnés dans le tableau n° 23.

Tableau n°23 : Valeurs de diversité de Shannon-Weaver, de diversité maximale et d'équitabilité pour les fourmis capturées dans la station Ouled slema

	Printemps	Hiver
H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver (bits)	0.2	2.06
H max : Diversité maximale (bits)	3.81	2.6
E: équitabilité	0.05	0.8

On remarque une différence entre les valeurs des indices calculés au niveau de la station d'étude.

Selon **Margalef (1972)** cité par **Magurran (1988)**, les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver varient de 1,5 à 3,5 et dépassent rarement 4,5 bits.

Au printemps, on enregistre une valeur minimale de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (0.2 bits). Cette valeur est très faible donc le verger est considéré comme un milieu non diversifié en fourmis. Quant à l'équitabilité, elle tend vers le 0 ($E = 0.05$) traduisant un déséquilibre entre les espèces (une seule espèce dominante qui est *Tapinoma nigerrimum*).

Par contre pour la saison hivernale, on remarque un équilibre entre toutes les espèces car l'équitabilité est 0.8 proche à 1 avec H' égale à 2.06 bits et H' max = 2.6 bits donc toutes les espèces ont presque la même abondance.

D'après **Du Merle (1978)**, un indice de Shannon-Weaver supérieur à zéro et une valeur de l'équitabilité proche de 1 impliquent une bonne diversité du milieu prospecté (cas de l'hiver).

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon rapportées par **Belaid (2016)** dans une Oliveraie de Nouara égale à 1,51 bits et l'équitabilité est de 0,51, ce qui veut dire que les effectifs des espèces tendent vers le déséquilibre entre eux .

Toukali (2017), au niveau de verger de poirier à Sidi Embarek, enregistre que la valeur de l'indice de diversité de Shannon est très élevée et égale à 4,64 bits. Donc présente une diversité importante en espèces d'invertébrés.

Conclusion générale

Conclusion générale

La présente étude porte sur l'étude de l'arthropodofaune et en particulier les fourmis dans une grenaderaie située à Ouled Slemma (M'sila). L'échantillonnage des différents groupes d'invertébrés y compris les fourmis a été effectué pendant la saison printanière (mois de Mai) et la saison hivernale (Décembre) de l'année 2017.

Trois méthodes d'échantillonnage sont utilisées : pots Barber, capture à main et lavage du sol.

Durant deux saisons, les pots Barber ont permis la capture de plusieurs espèces réparties sur 6 classes : Insecta, Arachnida, Crustacea, Entognatha, Gastropoda et Myriapoda. Ils sont représentés par 15 ordres et 74 familles. La classe des Insectes est la plus représentée soit 84 espèces avec une dominance de l'ordre des Hyménoptères (29 espèces).

Au printemps, nous avons recensé la plupart des espèces (92 espèces) avec une richesse moyenne de 18.55, et en hiver 33 espèces ($S_m = 4.45$).

Les Hymenoptera sont abondants au printemps (96.42%) et en hiver (35.65%).

L'échantillonnage des Formicidae par l'utilisation de différentes méthodes a permis la capture de 17 espèces, 14 espèces par les pots Barber, 9 espèces par lavage du sol, et 6 espèces collectées manuellement.

L'exploitation des résultats des pots Barber pour les deux saisons a montré que la valeur de la qualité d'échantillonnage est qualifiée de bonne ($Q = 0.25$ pour le printemps ; $Q = 0.05$ pour l'hiver) et que le nombre de relevés est suffisant pour la capture de la plupart des espèces dans le verger.

La saison printanière a permis la capture de la majorité des espèces de fourmis, soit une richesse totale égale à 14 espèces, par contre l'hiver montre une richesse de 6 espèces seulement.

En terme d'abondance, les Dolichoderinae est la plus abondante (AR % = 98.09%) parmi les sous familles des Formicidae recensées au printemps alors que celle des Myrmicinae est abondante en hiver (AR % = 47.37%). *Tapinoma nigerrimum* est l'espèce la plus fréquente (AR = 39,47 % en Hiver et 98,09 % en printemps).

La calcul de l'indice de fréquence d'occurrence permet de classer l'espèce de *Tapinoma nigerrimum* comme constante durant la saison printanière, et comme régulière en hiver. Quant à l'équitabilité, elle tend vers le 0 ($E = 0.05$) ce qui indique une tendance vers un déséquilibre des effectifs du peuplement de fourmis au printemps avec $H' = 0.2$ bits et $H'_{\max} = 3.81$ bits, avec une seule espèce dominante qui est *Tapinoma nigerrimum*.

Par contre en hiver, la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 2.06 bits et la diversité maximale est de 2.6 bits, alors que l'équitabilité est proche à 1 ($E = 0.8$), donc toutes les espèces ont presque la même abondance.

L'étude a permis l'observation de certains comportements de fourmis vis-à-vis des plantes et de certains ravageurs de grenadier. En effet, une forte relation entre *Tapinoma nigerrimum* et le puceron du grenadier *Aphis punicae* est détectée dès le stade floraison. Ce puceron est installé en masse sur l'inflorescence (relation de mutualisme). Nous notons que l'ensemble des espèces de fourmis prédatrices agissent activement sur la limitation des populations de ravageurs (ex : la cératite). L'action de prédation est exercée spécialement sur le dernier stade larvaire et la nymphe.

En perspectives, il s'avère intéressant de faire un suivi du comportement trophique de certaines espèces de fourmis prédatrices dans le but de les utiliser comme agent de contrôle biologique pour certains ravageurs de cultures dans les agroécosystèmes.

Références bibliographiques

1. **Andersen, A. N. (1995)**. A classification of australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *J. Biogeogr*, 22: 15–29p.
2. **Anonyme. (2009)**. Document de projet pour une norme régionale pour la grenade.CX/NEA.6p.
3. **Anonyme. (2014)**. Le grenadier. agriculture et territoire chambre d'agriculture.CEHM.5p.
4. **Aouari, I. (2017)**. Entomofaune associée au grenadier et importance des attaques de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) dans la région d'El Kharza (Sidi Ameer, M'sila).Mem de Master en science agronomique.Univ de M'sila.72p.
5. **Báthori, F., Csata, E., Tartally, A. (2015)**. *Rickia wasmannii* increases the need for water in *Myrmica scabrinodis* (Ascomycota: Laboulbeniales; Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Invertebrate Pathology*. Press.78-82p.
6. **Batra, S.W.T. (1966)**. Nests and social behavior of Halictine bees of India (Hymenoptera: Halictidae). *Indian Journal of Entomology*, 28 :375-393p.
7. **Belaid, Y. (2016)**. Contribution à l'étude de la pédofaune dans un agroécosystème d'oliveraie à Nouara (M'sila) : Cas des Formicidés.Mem de Master en science agronomique.81p.
8. **Benferdjallah, S., Dendougui, H., Benayache, F., Benayache, S., León, F., Brouard, I., Hernándezand, J.C., et Bermejo, J. (2017)**. Flavonoids from *Anthemis stiparum* Pomel. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. Alger, 8(5) : 280-284p.
9. **Benkhelil, M.L. (1991)**. Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office publ. Univ. Alger, 68 p.
10. **Bernard, F. (1953a)**. Les fourmis du Tassili des Ajjer. 121-250p, in : Bernard, F. (ed.) Mission scientifique au Tassili des Ajjer (1949). Volume I. Recherches zoologiques et médicales. Paris : P. Le chevalier. 302 p.
11. **Bernard, F. (1968)**. Les fourmis (Hymenoptera formicidae) d'Europe occidentale et septentrional. Ed. Masson et Cie. Paris, 3 : 411p.
12. **Bernard, F. (1971)**. Les fourmis de l'Ile de Djerba (Tunisie). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* 62: 3-14p.

13. **Bertrand, C. (2001).** Lutte contre les nématodes à galles (*Meloïdogyne* spp.) en agriculture biologique. [Root knot nematode (*Meloïdogyne* spp.) control in organic farming.] Itab - GRAB.4p
14. **Blandin, P. (1986).** Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, tome 17, fascicule 4, 307 p.
15. **Blondel, J. (1975).** L'analyse des peuplements d'oiseaux élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages selon fréquentiels progressifs (E.F.P). Rev. écol. (Terre et vie), 29(4) : 533-589p.
16. **Blondel, J. (1979).** Biogéographie et écologie. Ed Masson, Paris, 173 p.
17. **Blondel, J., Ferry, C.m Frochot, B. (1973).** À vifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. Alauda, 41, 63-84p.
18. **Blumenfeld, A., Shaya, F., Hillel R. (2000).** Cultivation of pomegranate. Dans : Options Méditerranéennes, 42:143-148p.
19. **Bolton, B. (2003).** Synopsis and Classification of Formicidae. Memoirs of the Alirican Entomological Institute. 71 : 370p.
20. **Bonneil, P. (2009).** Catalogue des méthodes d'échantillonnage entomologique. In : Nageleisen, L. M., Bouget, C., Bonneil, P., Brustel, H., et Sarthou, J. P 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 » (Inv.Ent.For.), Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts. 36-52p.
21. **Bos. N., T. Lefèvre, A. B., Jensen., P. D'Etorre (2012).** Sick ants become unsociable. *Journal of Evolutionary Biology*, 25(2): 342-351p.
22. **Bouaicha, R. (2017).** Analyse du complexe parasitaire du Grenadier *Punica granatum* (Linné, 1753) dans la région de Touggourt. Mem de Master en science agronomique.Univ d'Ouargla.95p.
23. **Bouzekri, M., Daoudi-Hacini, S., Cagniant, H., Doumandji.S.E. (2013).** Etude comparative des associations (plantes-fourmis) dans une région steppique (cas de la région de Djelfa, Algérie). *Lebanese Science Journal*, 1(16): 69-77p.
24. **Cagniant, H. (1996a).** Les Camponotus du Maroc (Hymenoptera: Formicidae): clé et catalogue des espèces. Annales de la Société Entomologique de France, 32: 87-100p.
25. **Cagniant, H. (2009).** Le genre *Cataglyphis* Foerster, 1850 au Maroc (Hyménoptères Formicidae). Orsis, 24:41-71p.
26. **Cagniant, H. 1964 [1962].** Étude de quelques fourmis marocaines. Statistique provisoire des Formicidae du Maroc. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 53: 83-118p.

27. **Campolo, O., Palmeri, V., Malacrinò, A., Laudania, F., Castracani, C., Mori, A., Grasso, D. A. (2015).** Interaction between ants and the Mediterranean fruit fly: New insights for biological control. *Biological Control*, 90: 120-127p.
28. **Caraglio, Y. (2003).** Les fourmis dans les forêts tropicales. Description et dynamique des milieux forestiers. *Rev. For. Fr.* Lv.188-194p.
29. **Castello, V., Maicas, R., Corvillo, M. (1983).** La orientación de domos de la hormiga *Tapinoma nigerrimum* (Nyl. 1886) (Hymenoptera : Formicidae, Dolichoderinae). *Actas del I Congreso Ibérico de Entomología*. 159-165p.
30. **Cerdà, X., Retana, J., Bosch, J., Alsina, A. (1989)** Exploitation of food resources by the ant *Tapinoma nigerrimum*. *Acta Oecologica. Oecologia Generalis*, 10 (4):419-429p.
31. **Cerdà, X., Retana, J., Bosch, J., Alsina, A. (1989).** Exploitation of food resources by the ant *Tapinoma nigerrimum* (Hym., Formicidae). *Acta Oecologica*, 10: 419–429p.
32. **Cerdà, X., Retana, J., Cros, S. (1997).** Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities. *Journal of Animal Ecology*, 66:363-374p,
33. **Chauvin, R. (1961).** Le comportement social chez les animaux. 2e édition. Paris : Presses universitaires de France.172p.
34. **Cohic, F. (1948).** Observations morphologiques et écologiques sur *Dorylus* (*Anomma*) *Nigricans Illiger* (Hymenoptera Dorylidae). *Revue Française d'Entomologie*, 14 (3): 229-276p.
35. **D.S.A. (2018).** Directions des services agricoles.
36. **Daget, J. (1979).** Les modèles mathématiques en écologie. Ed. Masson, Paris, 172p.
37. **Dajoz, R. (1971).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
38. **Dajoz, R. (1982).** Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
39. **Dajoz, R. (1985).** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505 p.
40. **Dajoz, R. (2006).** Précis d'écologie. Ed Dunod, Paris, 630 p.
41. **Dansk, H.V. (1991).** Life cycle pathways and the analysis of complex life cycles in insects. *Can. Entomol.* 123 : 23-40p.
42. **Davidson, D.W. (1998)** Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade-off. *Ecological Entomology*, 23:484-490p.
43. **Dejean, A., Corbara, B, (2003)** Review on mosaics of dominant ants in rainforests and plantations. In: Basset, Y., Novotny, V., Miller, S.E., Kitching, R.L. (eds) *Arthropods of tropical forests. Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*. Cambridge University press, Cambridge. 341-347p.
44. **Della-Santa, E. (1995).** Fourmis de Provence. *Muséum d'histoire*, 16 :5-38p.

45. **Dhouibi, M.H. (1982).** Etude bioécologique d'Ectomyelois *ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie. . Th. Doct.-ing. : Biol. Animale. Entomol.Paris : Orstom, 152 p.
46. **Diame, L., Blatrix, R., Grechi, I., Rey, J.Y, Sane, C.A.B., Vayssieres, J.F., De Bon, H.,Diarra, K. (2015).** Relations between the design and management of Senegalese orchards and ant diversity and community .composition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.94-105p,
47. **Djebaili, S. (1978).** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation de la haute plaine steppiques et de l'Atlas saharien Algérien .Thèse. Doc. Univ. Sci. Techn. Montpellier, 229p.
48. **Djioua, O. (2011)** .Inventaire des Formicidae dans quelques milieux forestiers et agricoles de la wilaya de tizi-ouzou. Mémoire de Magister. Tizi-Ouzou.56p.
49. **Doker, I., Kazak, C.,Karut, K. (2013).** Türkiye için yeni bir nar zararlısı; Nar yassı akarı, *Tenuipalpus punicae* Pirtchard and Baker (Acari: Tenuipalpidae). *Türk. entomol. Bült*, 3 (2) : 113-117p.
50. **Donzé, A. (2011).** Approche expérimentale et théorique de l'écologie des fourmis des bois, Bulletin de la Société des Enseignants Neuchâtelois de Sciences, n° 40, Biologie, 1-20p.
51. **Dreux, P. (1980).** Précis d'écologie. Ed. Presse universitaire de France, Paris, 231 p.
52. **Duviard, D., Segeren, P. (1974).** La colonisation d'un myrmécophyte, le parasolier, par *Crematogaster spp.* (myrmicinae) en Côte d'Ivoire forestière. *Insectes Sociaux*, 21 (2) : 191-212p.
53. **East, R. (2013).** Microbiome: Soil science comes to life. *Nature*, 501(7468) : 18-19p,
54. **El Keroumi, A., Naamani, K., Dahbi, A., Luque, I., Carvajal, A., Cerda, X., Boulay, R. (2010).** Effect of ant predation and abiotic factors on the mortality of medfly larvae, *Ceratitis capitata*, in the Argan forest of Western Morocco. *Biocontrol Science and Technology*, 20 (7): 751–762p.
55. **Eskafi, F. M., Kolbe, M. M. (1990).** Predation on Larval and Pupal *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) by the Ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) and Other Predators in Guatemala. *Environmental Entomology*, 19(1): 148–153p.
56. **Espadaler, X., Santamaria, S. (2012).** Ecto- and endoparasitic fungi on ants from the Holarctic region. *Psyche Article* .10p
57. **Evreinoff, V. (1957).** Contribution à l'étude du Grenadier. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*. 124-138p.

58. **Fahad, K. (2004).** Contribution à l'élaboration et le développement des bio-insecticides d'origine végétale contre les principaux ravageurs des agrumes au Maroc. Thèse de Titularisation INRA. 259 p .
59. **Fakhour, S. (2006).** Contribution à l'élaboration d'une approche de lutte intégrée contre les principaux ravageurs du grenadier dans le Tadla. Rapport de Titularisation, INRA.1-52p.
60. **Fakhour, S., Sekkat, A. (2006).** Première liste des insectes nuisibles sur grenadier dans la plaine du Tadla. Dans : 6ème Congrès de l'AMPP, Rabat, Maroc.
61. **Faurie, C., Ferrà, C., Medori, P. (1980).** Ecologie .Baillièrè J.B. (ed.), Paris. 168p.
62. **Feener, D.H.J., Brown, B.V. (1997).** Diptera as parasitoid. *Annual Review of Entomology* 42:73-97p.
63. **Fekkoun, S. (2009).** Effet des variations saisonnières sur l'entomo-acarofaune en verger d'agrumes dans la région de Baba Ali (Mitidja). Thèse Magister, Institut nati. Agro., El Harrach.150p.
64. **Forel, A. (1889).** Ameisen aus den Sporaden, den Cykladen und Griechenland, gesammelt 1887 von Herrn von Oertzen. *Berliner Entomologische Zeitschrift.* 32: 255-265p.
65. **Frontier, S. (1983).** Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 17:494 p.
66. **Garnier, G., Bézanger-Beauquesne, L., Debraux, G. (1961).** Ressources médicinales de la flore française. Editions Vigot Frères.Tome II. 838-842.
67. **Gast, M. (2001).** Graines récoltées dans les fourmilières.*Insectes.*122 (3) : 3p.
68. **Gerson, U. (2008).** The Tenuipalpidae: an under-explored family of plant-feeding mites. *Systematic and Applied Acarology*, 13 (2): 83–101p.
69. **Giuseppe, E., Massimino, C., Gaetana, M., Agatino, R., Vittorio, G., Salvatore, B. (2016),** Pomegranate arthropod pests and their management in the Mediterranean area. *Phytoparasitica* 393–409p,
70. **Godet, J. (1991).** Arbres et arbustes aux quatre saisons - Les guides pratiques du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé. 170p.
71. **Godfray, H.C.J. (1994).** Parasitoids behavioral and evolutionary ecology. Ed. Princeton univresity press, New Jersey, 473p.
72. **Gómez, C., Espadaler, X. (2013).** An update of the world survey of myrmechorous dispersal distances. *Ecography.* 1193–1201p.
73. **Gonçalves, M.F.Pereira, J.A. (2012).**Abundance and Diversity of Soil Arthropods in the Olive Grove Ecosystem. *Journal of Insect Science*, 12 (20):1-14P.
74. **Guillot, G., Roche, J.E. (2010).** Guide des fruits sauvages "Fruits charnus". Belin.116p
75. **Hölldobler, B., et Wilson, E. O. (1990).** The ants. Harvard University Press.

76. **Hölldobler, B., Wilson, E. O. (2010).** The leafcutter ants. Civilization by instinct. New York.160p.
77. **Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. (1977).** The world's worst weeds distribution and biology. Univ press of Hawaii, *Honolulu, Hawaii*.609p.
78. **Huffaker, C. B., Berryman, A. and Turchin, P. (1999).** Dynamics and Regulation of Insect Populations. In: "*Ecological Entomology*", (Eds.): Huffaker, C. B., Gutierrez, A. P. 2nd Edition, Wiley, New York,269-305p.
79. **INPV. (2014).** Institut National de la Protection des Végétaux.
80. **INRA, (2018).** Institut National de la Recherche Agronomique.
81. **INRAA, (2006).** Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.
82. **Jeppson, L.R., Keifer, H.H., Baker, E.W. (1975).** Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, California, 615 p.
83. **Jolivet, P. (1991).** Les Fourmis et les Plantes, un exemple de coévolution. *Biologie des espèces* .83(4) .Ed.OPIE.6p.
84. **Juan, P., Martinez, J., Martinez, J.J., Oltra, M.A. (2000).** Fernández M.Current situation of pomegranate growing (*Punica granatum* L.) in southern Alicante. Chemical control of pests and diseases and financial cost. Zaragoza: Ciheam. 157-161p
85. **Kaiser, D.T. (2014).** Termites and ants in Burkina Faso (West Africa) - taxonomic and functional diversity along land-use gradients - ecosystem services of termites in the traditional zai system. Dissertation zur Erlangung des naturwissenschaftlichen Doktorgrades der Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.274p
86. **Kannowski, P.B. (1959).** The flight activities and colony-founding behavior of bog ants in southeastern Michigan. *Insectes Soc*, 6:115–162p.
87. **Lambert, N. (2010).** Lutte Biologique aux ravageurs : Applicabilité au Québec. Centre universitaire de formation en environnement Université de Sherbrooke. Canada.87p.
88. **Leghzal-Moussaoui, N. (2015).** Bioécologie des fourmis et leur relation avec les plantes dans l'Atlas blideen. Doctoral thesis, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger.131p.
89. **Lenoir, A. (2012).** Les plantes et les fourmis. IRBI, Université François Rabelais.Tours.11p.
90. **Leveque, C. (2001).** Ecologie de l'écosystème à la biosphère. Ed. Dunod, Paris, 484 p.
91. **Livory, A. (2003).** Les fourmis de la Manche : premier catalogue. *L'Argiope*.n°39:25-49p.
92. **Magurran, A. E. (1988).** Ecological diversity and its measurement. Princeton University press, Princeton, New Jersey. 179 p.

93. **Majer, J.D. (1983).** Ant: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and conservation. *Environmental Management*, 7: 375-383p.
94. **Majer, J.D. (1993).** Comparison of the arboreal ant mosaic in Ghana, Brazil, Papua New Guinea and Australia- its structure and influence on arthropod diversity. In: LaSalle J, Gauld ID (eds) Hymenoptera and Biodiversity. CAB International, Wallingford, UK, 115-141p.
95. **Mars, M. (1995).** La culture de grenadier (*Punica granatum* L.) et de figuier (*Ficus carica* L.) en Tunisie. Ciheam, 13 :85-95p.
96. **Mazih, A. (1992).** Recherche sur l'écologie de la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae), dans l'arganeraie de la plaine du Souss (Maroc). Thèse doct; d'Etat ès-Sciences Agronomiques, IAV Hassan II, 159 p.
97. **Meena, K.K., Singh, R., Pareek, S., Kashyap, P. (2009).** Evaluation of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes for Morphological and Flowering Characteristics under Semi-Arid Climate. In Proceedings of the Second International Symposium on Pomegranate and Minor including Mediterranean Fruits.233-237p.
98. **Melgarejo, P., Salazar, D.M.S., (2003).** Tratado De Fruticultura Para Zonas Áridas Y Semiáridas. Vol. 2: Algarr. 416 p.
99. **Melgarejo, P., Valero, D. (2012).** International Symposium on the Pomegranat .Edition Zaragoza, Ciheam, Spain.337p.
100. **Milio, J., Lofgren, C. S., Williams, D. F. (1988).** Nuptial flight studies of field-collected colonies of *Solenopsis invicta* Buren, In Trager, J. C. [ed.], Advances in myrmecology, E. J. Brill, New York.419-431p.
101. **Minguely, C., Rochefort, S., Lefortm F. (2015).** *Zeuzera pyrina*: La zeuzère du poirier. Institut Terre, Nature et Environnement .hepia de Genève.2p.
102. **Mohammedi-Boubekka, N. (2007).** Bioytématique des Aphidae et leur place dans l'entomofaune de l'orange dans la plaine de Mitidja.Thèse Magister, Institut nati. Agro., El Harrach.143p.
103. **Morrill, W.L. (1974).** Production and flight of alate red imported fire ants (*Solenopsis invicta* : Hym. Formicidae). Environ. Entomol. 3 : 265–271.
104. **Morris, T.I., Campos, M., Jervis, M.A., McEwen, P.K., et Kidd, N.A.C. (1998).** Potential effects of various ant species on green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuropt., Chrysopidae) egg numbers. J. Appl. Ent. 122 : 401-403p.
105. **Mutin, G. (1977).** La Mitidja, décolonisation et aspect géographique. Ed. Office Presse Universitaire, Alger, 606 p.

106. **Oliver, T. H., Mashanova, A., Leather, S. R., Cook, J. M., Jansen, V. A. A. (2007)**, Ant semiochemicals limit apterous aphid dispersal. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 274 (1629):3127–3131p.
107. **Oukabli, A. (2014)**. Le grenadier : Des variétés performantes pour la culture. *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA. Transfert de Technologie en Agriculture. Ministère de l'Agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes*. 123 : 4p.
108. **Oukil, S., Bues, R., Toubon, J.F., Quilici, S. (2002)**. Allozyme polymorphism in populations of *Ceratitidis capitata* from Algeria, the north western Mediterranean coast and Reunion Island. *Fruit*. 57 : 183-191p.
109. **Passera, L., Aron, S. (2005)**. Les fourmis : comportement, organisation sociale et évolution, NRC Research Press. 480 p.
110. **Pemberton, C. E., Willard, H. F. (1918)**. A contribution to the biology of the fruit-fly parasites in Hawaii. *J. Agric. Res.* 15: 419-465p.
111. **Perrault, G.H., Castet, R. (1988)**. Recensement du peuplement en fourmis d'un écosystème forestier méditerranéen soumis à une irradiation gamma chronique. *Radioprotection*, 23: 45–64p.
112. **Philpott, S.M., Perfecto, I., Vandermeer, J. (2008)**. Behavioral Diversity of Predatory Arboreal Ants in Coffee Agroecosystems. *Environmental Entomology*, 37: 181-191p.
113. **Pickles, W. (1943)**. Variations in the Ground Plan of a Nest of the Ant, *Tapinoma nigerrima*. *Journal of Animal Ecology*, 12 (2): 109-114p.
114. **Pickles, W. (1944)**. Observations on the mound building of the ant *Tapinoma nigerrimum* Nyl. (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologist's Monthly Magazine*. 80: 156-157p.
115. **Quezel, P., Santa, S. (1962)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales. CNRS. Paris. 1170p.
116. **Quiroz, I. (2009)**. Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente: Antecedentes de Mercado. *Fundacion Chile*. 72p.
117. **Ramade, F. (1984)**. *Eléments d'Ecologie: Ecologie fondamentale*. Me Graw-Hill, 397p.
118. **Ramón, G., Donoso, D.A. (2015)**. The role of ants (Hymenoptera: Formicidae) in forensic entomology. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36: 19 – 26p.
119. **Redolfi, I., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. (2002)**. Patrón de actividad de *Tapinoma nigerrima* (Nylander) y *Crematogaster scutellaris* (Olivier) (Hymenoptera, Formicidae) en el cultivo de olivo y en el laboratorio. *Zool. baetica*, 13/14 : 37-55p.
120. **Ren, Y., Yang, L. (2016)**. *Ectomyelois* Heinrich, 1956 in China, with descriptions of two new species and a key (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae). *ZooKeys* 559: 125–137p.

121. **Reshi, Z. A., Shah, M. A., Rashid, I., Rasool, N. (2012).** *Anthemis cotula* L.: a highly invasive species in the Kashmir Himalaya, India. Department of Botany, University of Kashmir, 108-125p.
122. **Rojas, P. (2001).** Las hormigas del suelo en México: Diversidad, Distribución: e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*.(1): 189-238p.
123. **Rojas, P. (2003).** El papel de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la dinamica edafica en: Alvarez-Sanchez J. y Naranjo Garcia E. (eds) 2003. Ecologia del suelo en la selva tropical humeda de Mexico. Instituto de Ecologia. A.C. Instituto de biologia y Facultad de Ciencias. UNAM.Xalapa.Mexico.316p.
124. **Roy, M., Brodeur, J., Cloutier, C. (2002).** Relationship Between Temperature and Developmental Rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and Its Prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, 31 (1) : 177-187p.
125. **S.M.M. (2018).** Station Météorologique de M'sila.
126. **Schmid-Hempel, P. (1998).** Parasites in social insectes. Princeton University Press, Princeton.392p
127. **Seignobos, C. (1999).** JaglavaK, prince des insectes chez les Mofu du Nord-Cameroun. In : Baroin C. (ed.), Boutrais Jean (ed.). L'homme et l'animal dans le bassin du lac Tchad. Paris.299-304p.
128. **Simonot, A., Thieurmél, D., Fournereau, Y. (2015).** Mille Milliards de fourmis. Dossier Pédagogique Enseignants premier et second degré. *Espace des sciences*.38p.
129. **Souza, D.J., Bézier, A., Depoix, D., Drezen, J.M., Lenoir, A. (2009).** Blochmannia endosymbionts improve colony growth and immune defence in the ant *Camponotus fellah*. *BMC Microbiology*, 9(1): 29p
130. **Stadler, B., Dixon, A.F.G. (2005).** Ecology and Evolution of Aphid-Ant Interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36: 345-372p.
131. **Stewart, P. (1969).** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Doc. Hist. Nat. Agro., El harrach. 24-25p.
132. **Tebassi, S. (1992).** Lutte contre l'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur le grenadier dans les oasis littorales. Rapport de stage de fin d'études, I.R.A, Médenine.
133. **Thinthoin, R. (1948).** Les aspects physiques de l'Oranie. Essaie de morphologie du pays semiaride de Fougue. Ed Oran, 618p.
134. **Toukali, M. (2017).** Importance des fourmis et des psylles dans un agroécosystème de poirier à sidi Embarek (Bordj Bou Arraridje).Mem de master.Univ de M'sila.71p.

135. **Traniello, J. F. A. (1989b)**. Foraging strategies of ants. *Annual Review of Entomology*, 34: 191-210p.
136. **Walali, I.D., Skiredj, A., Elattir, H. (2003)**. L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA. Transfert de Technologie en Agriculture. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 105 : 4p.
137. **Way, M. J. (1963)**. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 8: 307-344p.
138. **Willard, H. F. (1927)**. Some observations in Hawaii on the ecology of Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* and its parasites. *Proc. Hawaii. Entomol. Soc.*, 6:505-515p.
139. **Wilson, E.O. (1971)**. The insect societies Harvard University Press, Cambridge. Mass.562p.
140. **Wong, M. A., Wong, T. T. Y. (1988)**. Predation of the Mediterranean Fruit Fly and the Oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) by the Fire Ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. *Proc. Hawaiian Entomological Society*, 28: 169-177p.
141. **Wong, T. T. Y., Mcinnis, D. O., Nishimoto, J. I., Ota, A. K., Chang, V. C. S. (1984)**. Predation of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) by the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 77(6): 1454-1458p.

ملخص

أهمية النمل المرتبطة بالنظام الزراعي للرمان في حوض الحضنة

تم هذا العمل في منطقة اولاد سلامة (ولاية المسيلة) الذي ينتمي الى مناخ جاف و شتاء بارد. الدراسة تمت في فصلين (شتاء وربيع 2017) هدفها هو المساهمة في معرفة تنوع مفصليات الأرجل في بسنان الرمان مع التركيز على دور النمل الحيوي في هذا النوع من النظم الزراعية. يكشف جرد أنواع مفصليات الأرجل التي تم التقاطها بواسطة طرق أخذ العينات المختلفة (عبوات الغمر، تعويم التربة والإمسك اليدوي) في محطة الدراسة إلى وجود 101 نوع من المفصليات، وطبقة الحشرات هي تمثل أكثر 84 نوعًا مع هيمنة غشائية الأجنحة و ثراء كبير للنمل خاصة في فصل الربيع. *Tapinoma nigerrimum* هو النوع الأكثر وفرة (39.47% في الشتاء و 98.09% في الربيع). يلعب النمل دورًا حيويًا بيولوجيًا في الرمان من خلال المساهمة في السيطرة البيولوجية على يرقات و شرنقات الحشرات مثل ذبابة الفاكهة. الكلمات المفتاحية: الرمان، اولاد سلامة، العينات، مفصليات الأرجل، النمل.

Résumé

Le présent travail est réalisé dans la région d'Ouled Slema (Wilaya de M'sila) qui appartient à l'étage bioclimatique aride à hiver froid. L'étude est effectuée durant deux saisons (Hiver et Printemps 2017). Son objectif est la contribution à la connaissance de la diversité des arthropodes associés à un verger de grenadier avec focus sur le rôle bio-indicateur des fourmis dans ce type d'agroécosystème.

L'inventaire des espèces d'arthropodes capturées grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage (Pots Barber, Lavage du sol, Capture à main) dans la station d'étude révèle la présence de 101 espèces d'Arthropodes. La classe des Insectes est la plus représentée soit 84 espèces avec une dominance de l'ordre des Hyménoptères et une richesse plus élevée des Formicidae surtout au printemps. *Tapinoma nigerrimum* est l'espèce la plus fréquente (AR = 39,47 % en Hiver et 98,09 % en printemps). Les fourmis jouent un rôle écologique crucial dans les grenaderaies en contribuant dans le contrôle biologique des larves et nymphes de ravageurs comme la cératite.

Mot clé : Grenadier, Boukhmissa, Echantillonnage, Arthropodes, Fourmis

Abstract

Importance of myrmecofauna associated with a pomegranate agroecosystem in the Hodna Basin

The present work is carried out in the region of Ouled Slema (M'sila) which belongs to the dry climate and the cold winter. The study is carried out during two seasons (winter and spring of 2017). Its objective is to contribution in knowing the diversity of arthropods associated in pomegranate orchard with a focus on the bio-indicator role of ants in this type of agroecosystem.

The inventory of arthropod species which are captured by the different sampling methods (Pitfall trap, Flotation and hand capture) in the study station reveals the existence of 101 species of Arthropods, the class of insects is the more represented with 84 species with a hymenoptera dominance and a higher richness of formicidae especially in the spring.

Tapinoma nigerrimum are the most frequent with AR that equals 37.48% in winter and 98.09% in spring. Ants play a crucial ecological role in grenaderaies by contributing to the biological control of larvae and nymphs of pests such as ceratitis.

Key words: pomegranate, Ouled slema, sampling, Arthropods, ants