

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE 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
Filière : sciences agronomiques
Option : Protection des végétaux

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master
Académique

Par: KHALADI Naouel

Intitulé :

**Essai de l'efficacité de deux pièges : massif et à phéromone
dans une grenaderaie pour le contrôle de *Ceratitis capitata*
(Wiedemann, 1824) (Diptera : Tephritidae) dans la région de
M'sila.**

Soutenu devant le jury composé de :

Mme Hoceini F	MCB	Université de m'sila	Président
Mr Khaldi M	MCA	Université de m'sila	Encadreur
Mme Barech G.	MCA	Université de m'sila	Co-Encadreur
Mr Cherief A.	MAA	Université de m'sila	Examineur

Année universitaire : 2017 /2018



Dédicaces

C'est avec une immense joie et un grand honneur que je dédie ce modeste travail :

À la mémoire de ma mère Elkhamssa, ma sœur Aziza et mon frère Abderrahmane.

À mon très cher père Khachichi, et ma très chère mère Aida

À mes chers frères: Fath Allah, Abdallah, Slimane, Mustafa, Nasredinne, Ridah, Aymen.

À mes adorables sœurs : Yasmina, Chaima, et Malek,

À Omessaad et Saliha

À toute ma grande famille : Khaladi, Djilani et Khamissi

À tous mes amis(es) sans exception pour leurs aides et encouragements :

*Souad, Meriem, Rachida, Faiza, Asma, Achwak, Habiba, Saida, Djawhar, Nadjwa,
Halima, Ferial, Khawla, Mouna, Aida, Najet, Noura et Sara.*

À Houssine, Ibrahim, et Ahmed.

À tous mes collègues, surtout Fatma, Maria, Hajer et Gania.

À Mes enseignants respectivement ; Mr Khaldi M, Mme Barech G

et Mr Zedam A.

À Mr Cherief A, le chef de département, et le reste de tous les enseignants (es)

Du Département des Sciences Agronomiques de l'Université de M'sila.

Naouel.



*R*emerciements

Je tiens à remercier avant tout Dieu le tout puissant de m'avoir guidé durant toutes ces années et m'a permis de réaliser ce mémoire en me donnant la force, la patience et la volonté.

*J'adresse tout d'abord mes remerciements les plus sincères, mes respects et ma profonde gratitude à mon encadreur **Mr Khaldi M**, Maitre de conférences A et enseignant au département des sciences agronomiques à l'université de M'sila, de m'avoir choisi et confié ce travail. Votre sérieux, vos idées lumineuses, vos conseils précieux et vos qualités de rigueur scientifique ont contribué amplement à ma formation scientifique et à la réalisation de ce travail.*

*Mes sincères remerciements vont à **Mme Barech G**, Maitre de conférences A et enseignante au département des sciences agronomiques à l'université de m'sila, pour son co-encadrement et l'intérêt qu'elle a porté à ce travail. Je tiens à la remercier pour ses encouragements, ses orientations sa confiance et ses conseils si judicieux,*

*Je remercie **Mme Hoceini F**. Maitre de Conférence B au département d'Agronomie de l'Université de M'sila de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.*

*Mes vives grâtes vont aussi à **Mr Cherief A**. Maitre Assistant A au département D'Agronomie de l'Université M'sila qui a bien voulu examiner ce travail.*

*J'exprime également mes vifs remerciements à **Mr Zedam A**. Pour ces aides, ces conseils et ces encouragements.*

Je remercie tous les enseignants de la faculté des sciences agronomiques de l'université de M'sila, qui nous ont enseignés durant les cinq ans d'études.

Merci.

Liste des tableaux

Tableau n°1 : la production et la superficie du grenadier dans les premières wilayas productives des grenades en Algérie.....	06
Tableau n°2 : Répartition de la production et la superficie du grenadier à travers les communes de la wilaya de M'sila.....	07
Tableau n°3 : Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles dans la région de M'sila en 2017.....	22
Tableau n°4 : Températures moyennes et précipitations moyennes dans la région de M'sila durant la période (1988-2017).....	25
Tableau n°5 : Valeurs de Q3, P, M, m et M-m enregistrées dans la région de M'sila durant la période (1988-2017).....	27
Tableau n°6 : Les températures moyennes et les précipitations moyennes enregistrées au cours de la période (1988-2017) dans la station de Boukhmissa (°C).....	31
Tableau n°7 : Les températures moyennes et les précipitations moyennes enregistrées au cours de la période (1988-2017) dans la station d'Ouled Addi Gubala (°C).....	32
Tableau n°8 : Liste des espèces végétales rencontrées dans les stations d'études.....	46
Tableau n°9 : Evolution du nombre des individus de la cératite capturé par le piège à phéromone durant trois périodes dans le verger (1).....	48
Tableau n°10 : Evolution du nombre des individus de la cératite capturé par le piège à phéromone durant trois périodes dans le verger (2).....	49
Tableau n°11 : Nombre d'individus des deux sexes de <i>C. capitata</i> capturé dans les deux vergers.....	51
Tableau n°12 : Nombre d'individus de la cératite capturés grâce aux pièges à phéromones en fonction de trois directions.....	52
Tableau n°13 : Inventaire des espèces d'insectes capturées dans les deux stations par le piège Olipe	54
Tableau n°14 : Liste des espèces piégées une seule fois en un seul exemplaire grâce aux pièges Olipe.....	55
Tableau n°15 : Qualité d'échantillonnage des espèces d'insectes piégées par les pièges Olipe	56
Tableau n°16 : Richesse totale et moyenne des espèces trouvées dans les deux vergers grâce aux pièges Olipe.....	56
Tableau n°17 : Abondances relatives (AR%) des insectes capturées dans les pièges Olip en fonction des ordres.....	57
Tableau n°18 : Abondances relatives des espèces d'insectes capturés dans le piège Olipe	58
Tableau n°19 : Fréquences d'occurrences des espèces capturées par les pièges Olipe dans le verger (1).....	61
Tableau n°20 : Fréquences d'occurrences des espèces capturées par les pièges Olipe dans le verger (2).....	62
Tableau n°21 : Indices de diversité de Shannon, de diversité maximale et de l'équitabilité appliquées aux espèces échantillonnées grâce aux pièges Olipe.....	63
Tableau n°22 : Groupes fonctionnels des insectes recensés dans les deux grenaderaies.....	65

Liste des figures

Figure n°1 : Arbre, fleur et fruit du Grenadier (<i>Punica granatum</i> L.1753).....	04
Figure n°2 : Répartition de la production mondiale de grenade.....	05
Figure n°3 : la production du grenade dans la wilaya de M'sila.....	06
Figure n°4 : le puceron de la grenade <i>Aphisuniciae</i> sur le fruit de greade.....	10
Figure n°5 : Les attaques des Aleurode <i>Siphoninus phillyreae</i> sur les feuilles de grenadie.....	10
Figure n°6 : fruit de grenade touchée par la Cochenilles.....	11
Figure n°7 : Cycle de développement de <i>C. capitata</i>	15
Figure n°8 : Les larves de la cératite à l'intérieure d'un fruit de grenade.....	18
Figure n°9 : La pluviométrie mensuelle (mm) notée durant l'année 2017 de la région de M'sila.....	23
Figure n°10 : L'humidité mensuelle (%) de la région de M'sila au cours de l'année 2017.....	24
Figure n°11 : Le vent mensuelle (m/s) de l'année 2017 de la région de M'sila.....	24
Figure n°12 : Diagramme Ombrothermique de la région de M'sila (1988-2017).....	26
Figure n°13 : Localisation de la région d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER.....	28
Figure n°14 : Localisation du verger (1) (Boukhmissa) et du verger (2) (Ouled Addi Guebala) dans la wilaya de M'sila.....	30
Figure n°15 : Diagramme ombrothermique de la station de Boukhmissa (1988-2017).....	32
Figure n°16 : Diagramme Ombrothermique de la station d'Ouled Addi (1988-2017).....	33
Figure n°17 : Vue générale du verger de grenadier à Ouled Slema.....	35
Figure n°18 : Vue générale du verger de grenadier à Ouled Addi.....	36
Figure n°19 : Le piège à phéromone.....	37
Figure n°20 : Le piège massif.....	38
Figure n°21 : Plan d'échantillonnage dans la grenaderaie de Boukhmissa.....	39
Figure n°22 : Plan d'échantillonnage dans la grenaderaie d'Ouled Addi.....	40
Figure n°23 : Evolution du nombre des individus de capturés de la cératite par le piège à phéromone dans le verger (1).....	49
Figure n°24 : Evolution du nombre des individus de capturés de la cératite par le piège à phéromone dans le verger (2).....	50
Figure n°25 : Nombre d'individus mâles et femelles capturés dans les deux vergers grâce aux pièges à phéromones.....	52
Figure n°26 : Nombre d'individus de cératite capturé en fonction des directions dans les deux	53

vergers.....	
Figure n°27 : Abondances relatives des insectes capturés dans le piège Olipe en fonction des ordres.....	58
Figure n°28 : Abondances relatives (AR%) des espèces d'insectes dans les pièges Olipe au verger (1).....	60
Figure n°29 : Abondances relatives (AR%) des espèces d'insectes dans les pièges Olipe au verger (2).....	60
Figure n°30 : Eclatement des grenades.....	68
Figure n°31 : Attaques d' <i>Aphis punicae</i> sur des boutons flou.....	69

Tableau de matière

Introduction.....	01
Chapitre I : Synthèses bibliographiques.....	04
I-I- Aperçu sur le grenadier (<i>Punica granatum</i> L.1735).....	04
I-I-1 Origine et historique	04
I-I-2- Classification botanique.....	04
I-I-3- Description botanique du grenadier.....	05
I-I-3- 1-Arbre.....	05
I-I-3- 2-Feuille.....	05
I-I-3-3- Fleur.....	06
I-I-3-4- Fruit.....	06
I-I-4- La production de grenade	06
I-I-4-1- Au monde	06
I-I-4-2-En Algérie.....	07
I-I-4-3- Dans la wilaya de M'sila.....	08
I-I-5- Les exigences pédoclimatiques du grenadier.....	09
I-I-5-1- Le sol.....	09
I-I-5-2-La température	09
I-I-5-3 L'eau.....	09
I-I-6- Récolte et conservation.....	10
I-I-8-Utilisation du grenadier	10
I-I-8-1- Consommation de la grenade.....	10
I-I-8-2- Utilisation medicinal.....	10
I-I-8-2-1- Activités antioxydants.....	11
I-I-8-2-2- Activités thérapeutiques	11
I-I-8-2-3- Activité anticancéreuses.....	11

I-I-9- Les principaux ravageurs et maladies du grenadier.....	11
I-9-1- Les ravageurs.....	11
I-I-9-1-1- Puceron de la grenade, <i>Aphis punicae</i> (Homoptera : Aphididae)	11
I-I-9-1-2- Aleurode des cendres, <i>Siphoninus phillyreae</i> (Haliday) et aleurode en spirale, <i>Aleurodicus disperse</i> (Russell) (Homoptera: Aleyrodidae).....	12
I-I-9-1-3- Cochenille, <i>Planococcus lilacinus</i> (Homoptera: Pseudococcidae)...	12
I-I-9-1-4- Mouche des fruits <i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann (1824).....	13
I-I-9-2- Les maladies.....	13
I-I-10- Les principaux ennemis naturels des ravageurs du grenadier.....	13
I-I-10-1- Ennemis naturels des pucerons	13
I-I-10-2- Les ennemis naturels des mouches blanches	14
I-I-10-3- Ennemis naturels des cochenilles	14
I-II- Présentation de l'espèce <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1829) ..	14
I-II-1- Apersu sur la famille des Tephritidae	14
I-II-2- Position systématique de la <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1829).....	15
I-II-3- Caractéristiques morphologiques	15
I-II-4- Cycle de vie de la Cératite	16
I-II-4-1- La ponte.....	16
I-II-4-2- L'incubation.....	17
I-II-4-3- Le développement larvaire.....	17
I-II-4-4- La pupaison et émergence des adultes.....	17
I-II-5- Les plantes hôtes	17
I-II-6- Dégâts.....	19
I-II-7- Moyennes de contrôle et de lutte contre la cératite	20
I-II-7-1- Lutte préventives (culturale).....	20
I-II-7-2- Lutte biologique	20
I-II-7-3- La confusion sexuelle	20
I-II-7-4- La technique de l'insecte stérile (TIS)	21

I-II-7-5- Lutte chimique.....	21
I-II-7-6- Les pièges à phéromone.....	21
I-II-7-7- Piégeage en masse	21
Chapitre II : Etude de milieu.....	23
II-1- Présentation de la région d'étude (M'sila).....	23
II-1-1- Cadre géographique.....	23
II-1-2- Les caractéristiques physiques.....	23
II-1-2-1- Relief.....	23
II-1-2-2- pédologie.....	23
II-1-2-3-Ressources hydrique	23
II-1-3- Description climatique de la région d'étude	24
II-1-3-1- La température	24
II-1-3-2- La pluviométrie	24
II-1-3-3- L'humidité.....	25
II-1-3-4- Le vent	26
II-1-4- Synthèse bioclimatique	27
II-1-4-1-Diagramme Ombrothermique.....	27
II-1-4-2-Climagramme d'Emberger	28
II-2- Présentation des stations d'étude	31
II-2-1- Cadre géographique	31
II-2-1-1-La station de Boukhmissa.....	31
II-2-1-2- La station d'Ouled Addi Guebala.....	31
II-2-2-Synthèses bioclimatiques des stations d'étude.....	33
II-2-2-1- Le diagramme ombrothermique de la station de Boukhmissa.....	33
II-2-2-2-Diagramme ombrothermique de la station d'Ouled Addi Geubala.....	34
Chapitre III : Matériels et méthodes.....	37
III-1-Choix de la station d'étude	37

III-1-1-Le verger de Ouled Slema.....	37
III-1-2- Le verger d'Ouled Addi.....	38
III-2-Echantillonnage de l'entomofaune par les deux méthodes	38
III-2-1-Le piège à phéromone.....	38
III-2-2-Piégeage massif	40
III-3- Identification des échantillons biologiques au laboratoire.....	42
III-4-Exploitation des resultants.....	43
III-4-1- Qualité de l'échantillonnage.....	43
III-4-2- Indices écologiques de composition.....	43
III-4-2-1-Richesse totale (S).....	44
III-4-2-2-Richesse moyenne (Sm).....	44
III-4-2-3-Abondance relative (AR%).....	44
III-4-2-4-Fréquence d'occurrence (FO%).....	44
III-4-3-Indices écologiques de structure.....	45
III-4-3-1-Indice de diversité de Shannon-Weaver (H').....	45
III-4-3-2-Indice de diversité maximale (H'max.).....	45
III-4-3-3-Equitabilité (E).....	46
Chapitre IV : Résultats et discussions	48
VI-1-Résultats de l'étude floristique.....	48
VI-2- Résultats de l'étude arthropodologique.....	48
VI-2-1-Résultats des captures de la Cératite <i>C. capitata</i> par le piège à phéromone...	49
VI-2-1-1-Etude de l'évolution de nombre des individus de la <i>C.capitata</i> dans le temps dans les deux vergers.....	49
VI-2-1-2-Comparaison entre le nombre des deux sexes de <i>C.capitata</i> capturé dans les deux vergers.....	53
VI-2-1-3- Distribution de nombre des individus de la <i>C.capitata</i> capturés dans les deux vergers.....	54
VI-2-2-Résultats des captures des insectes par le piège massif	55
VI-2-2-1- Inventaire des Arthropodes capturées par le piège massif.....	56

VI-2-2-2- Exploitation des resultants.....	57
VI-2-2-2-1- Qualité d'échantillonnage.....	57
VI-2-2-2-2- Indices écologiques de composition.....	58
VI-2-2-2-2-1- Richesse spécifique totale et richesse moyenne.....	58
VI-2-2-2-2-2- Abondances relatives des arthropodes piégés par le Piège Olipe.....	59
VI-2-2-2-2-2-1- Les abondances relatives en fonction des ordres	59
VI-2-2-2-2 Abondance relative en fonction des espèces.....	58
VI-2-2-2-2- Fréquence d'occurrence FO%.....	60
VI-2-2-2-3- Indices écologiques de structure : L'indice de diversité de Shannon, la diversité maximale et l'indice d'équitabilité.....	63
VI-2-2-3- Résultats concernant la capture de la cératite par les pièges Olipes	64
VI-2-2-4- Aperçue sur les groupes fonctionnels d'arthropodes capturés par le piège Olipe dans les deux grenaderais.....	64
VI-2-2-5- Aperçues sur quelque familles capturées dans les deux grenaderais	66
VI-2-2-5-1- Les Diptères.....	66
VI-2-2-5-2- Les Hyménoptères.....	67
VI-2-2-5-3- Les Coléoptères.....	67
VI-2-2-5-4- Les Thysanoptères.....	68
VI-2-2-5-5- Les Hétéroptères.....	68
VI-3- les problèmes majeurs abiotiques et biotiques observés dans les grenaderais	68
VI-3-1- Les problèmes abiotiques.....	68
VI-3-2- Les problèmes biotiques.....	69
Conclusion.....	71
Références. Bibliographiques.....	75

Introduction

Introduction

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie. Ce vaste pays, de par sa position géographique privilégiée et ses diverses conditions pédoclimatiques, a en effet le privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières (**Benettayeb, 1993**). Le grenadier, culture connue depuis des millénaires en Algérie, et considéré comme une espèce fruitière secondaire, prend de plus en plus d'envergure ces dernières années (**Kaci meziane, 2015**). Dans la wilaya de M'sila, la culture du grenadier occupe des superficies importantes de 810 ha, avec une production totale de 49 600 Qx en 2016. C'est une espèce très répandue dans le Hodna, elle est présente dans la plupart des exploitations de la région, elle est utilisée aussi comme brise-vents autour des vergers d'arbres fruitiers.

Le grenadier est peu soumis aux attaques de pathogènes. Les principaux problèmes de cultures (éclatement du fruit) sont liés à la fertilisation. Toutefois certains ravageurs peuvent créer des problèmes dans les vergers (**Day et al., 2009 in Cauchard, 2013**).

Parmi les ravageurs menaçant le grenadier nous citons la cératite *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824). Elle est communément appelée la mouche méditerranéenne des fruits. Elle est considérée comme étant le ravageur le plus redoutable de la région méditerranéenne en cultures fruitières (**Mazih, 1992 ; Fahad, 2004**).

La méthode de contrôle la plus largement utilisée et efficace contre cette mouche méditerranéenne des fruits est l'application de traitements phytosanitaires avec des pesticides contre les adultes. Les pays du Tiers Monde utilisent environ 15% de la quantité mondiale de pesticides (**Bernard, 1985**).

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation d'insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la chaîne alimentaire, et l'apparition d'insectes résistants. Ces dangers ont conduit l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche. En conséquence, la majorité des pays ont eu recours à de nouvelles méthodes de lutte plus propres dans le but de limiter l'utilisation des produits chimiques, comme le piégeage du ravageur, qui est un moyen non polluant, économique et plus raisonnée. Il permet de déterminer la présence de problèmes entomologiques et de détecter rapidement le rythme de développement ascendant des populations d'insectes nuisibles.

Dans ce contexte de recherche, notre problématique vise à proposer des alternatives de lutte opérationnelle sur terrain. Pour ce faire nous avons testé l'efficacité de deux types de piégeage ; le piège massif (piège Olype), et le piège à phéromone (Gobe mouche), pour le contrôle de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*, dans deux grenadrais de la région de M'sila.

De ce fait, notre mémoire d'étude est composé de quatre chapitres. Le premier chapitre propose une mise au point bibliographique. Il est divisé en deux parties. La première partie est consacrée à la présentation du grenadier, la deuxième partie traite des généralités sur la cécidomyie et la famille des Tephritidae en générale. Le deuxième chapitre concerne les caractéristiques du milieu d'étude. Dans le troisième chapitre, nous présentons la méthodologie adoptée ainsi que le matériel approprié pour la réalisation de cette thématique sur terrain et au laboratoire. Les résultats obtenus seront discutés dans le dernier chapitre, et nous terminons enfin par une conclusion dans laquelle nous répondons sur la question posée et la problématique de cette étude.

Chapitre I

Synthèses bibliographiques

Chapitre I : Synthèses bibliographiques

I- Partie I : Aperçu sur le grenadier (*Punica granatum* L.1753)

I-I-1 Origine et historique

La grenade, très anciennement connue dans le monde, est considérée comme un symbole de beauté et de fertilité. Il existe plus de 1000 cultivars de *Punica granatum*, originaires du Moyen-Orient, de la région méditerranéenne, de l'Est de la Chine, de l'Inde, du Sud-Ouest américain, de la Californie et du Mexique (**Lansky et Newman, 2007**).

Le grenadier a été cultivé dans l'ancienne Egypte et a été propagé, par la suite, par les Grecs et par d'autres civilisations du pourtour de la méditerranée. Dans ce milieu, le matériel végétal local, sélectionné et maintenu par multiplication végétative, constitue un pôle important de gènes primaire de grenadier. Dans plusieurs pays, des collections ont été établies pour préserver le matériel génétique. La plus grande collection de grenadier dans le monde a été installée en 1934 au Turkménistan par l'IPGRI (Institut international des ressources phytogénétiques) avec 1.117 accessions. Les cultivars les plus connus commercialement sont Roja en Espagne, Hic Aznar en Turquie, Jolore Seedless en Inde et Manfalouty en Egypte (Oukabli et *al.*, 2004).

I-I-2- Classification botanique

Selon **Spichiger et Savolainen (2005)** le grenadier, (*Punica granatum* L. 1753) a été décrit par Linné et introduit dans sa classification en 1753. Sa classification est comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiosperme

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Myrtales

Famille : Punicaceae

Genre : *Punica*

Espèce : *P. granatum*

En 1998, une nouvelle classification des angiospermes, créée par un groupe de botanistes, l'*Angiosperm Phylogeny Group* ou APG. Cette classification phylogénétique

réorganise le règne végétal en fonction de critères moléculaires, s'intéressant essentiellement à l'ADN de deux gènes chloroplastiques et d'un gène nucléaire de ribosome. (**Spichiger et Savolainen, 2005**).

Cette classification a été révisée en 2003, donnant naissance à la classification phylogénétique APGII, qui comporte 457 familles réparties dans 45 ordres. Au sein de cette classification, (**Spichiger et Savolainen, 2005**) la position du grenadier est :

Clade : Angiosperme

Clade : Dicotylédones vraies

Clade : Rosidées

Ordre : Myrtales

Famille : Lythraceae

Genre : *Punica*

Espèce : *P. granatum*

I-I-3- Description botanique du grenadier

I-I-3- 1-Arbre

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 spontanée ou cultivée (**Garnier et al., 1961**). Voir (**Fig n°1**) dans la page ci-après.

I-I-3- 2-Feuille

Les feuilles du grenadier sont opposées. Elles peuvent avoir une disposition alterne sur les rejets ou être en touffes sur les pousses courtes. Elles sont glabres sur les deux faces. La face supérieure est vert foncé et à nervure médiane nettement déprimée. La face inférieure, vert clair, montre une nervure médiane très saillante. Ces feuilles entières, lancéolées, assez coriaces, et brillantes, présentent un limbe elliptique allongé, de 3 à 8 cm de long. Leur sommet peut être obtus ou allongé. Elles sont munies d'un court pétiole, de 1 à 5 mm de long, qui est généralement rougeâtre dessus. (**Godet, 1991**).

I-I-3-3- Fleur

Le grenadier est une espèce monoïque qui développe, sur le même arbre, des fleurs hermaphrodites fertiles en formes de "vase", et des fleurs mâles stériles avec un style très court et des ovaires atrophiés, en forme de cloche (**Melgarejo et Salazar, 2003**).

Dans la fleur, l'androcée est très développée et constituée de 200 à plus de 300 anthères produisant chacune de 2000 à près de 3000 grains de pollen (**Derin et Eti, 2001**). Le suivi de la fertilité des fleurs montre que la pollinisation croisée est majoritaire puisqu'elle est essentiellement entomophile (**Mars et Marrakchi, 2004**).

I-I-3-4- Fruit

La grenade est une grosse baie ronde, de la taille d'une grosse orange ou d'un pamplemousse, de 7 à 12 cm de diamètre, de forme hexagonale arrondie, à écorce dure et coriace, de couleur rouge ou jaune beige, qui renferme de nombreux pépins de couleur rose à rouge.

Seuls ses pépins sont comestibles, soit environ la moitié du fruit. Dans chaque pépin, la graine est enrobée d'une pulpe gélatineuse de chair rouge transparente, sucrée chez les variétés améliorées, sinon d'un goût plutôt âcre (**Melgarejo et al., 2000**) (**Fig n°1**).

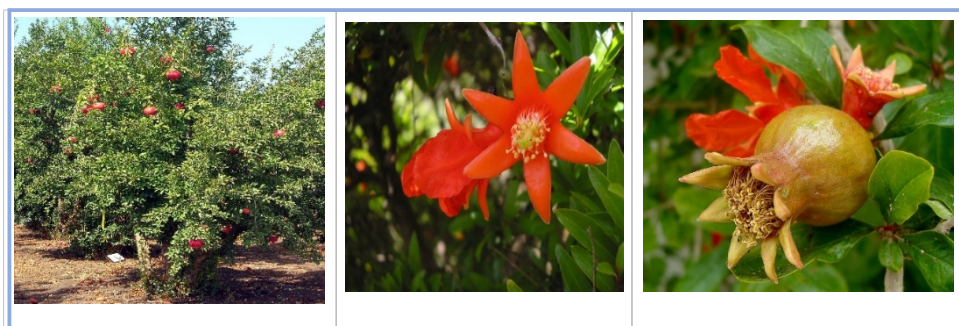


Figure n°1 : Arbre, fleur et fruit du Grenadier (*Punica granatum*)

(https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Fruitiers/FICHES_ARBRES/grenadier/Grenadier%20commun_Wikipedia.pdf).

I-I-4- La production de grenade

I-I-4-1- Au monde

La production mondiale annuelle de grenades est estimée à environ trois millions de tonnes. Les pays les plus producteurs de ces fruits sont l'Inde, l'Iran et la Chine avec une production respectivement de 900 000, 800 000 et 250 000 Tonnes (**Melgarejo et Valero, 2012**).

L'offre mondiale ne cesse d'augmenter ces dernières années. Depuis 2007, elle a augmenté de 16% pour atteindre environ 2 500 000 tonnes de grenades en 2012. La figure 5 montre que la majeure partie de la production se concentre sur deux pays : l'Iran (37 %) et l'Inde (Cauchard, 2013) (Fig n°2).

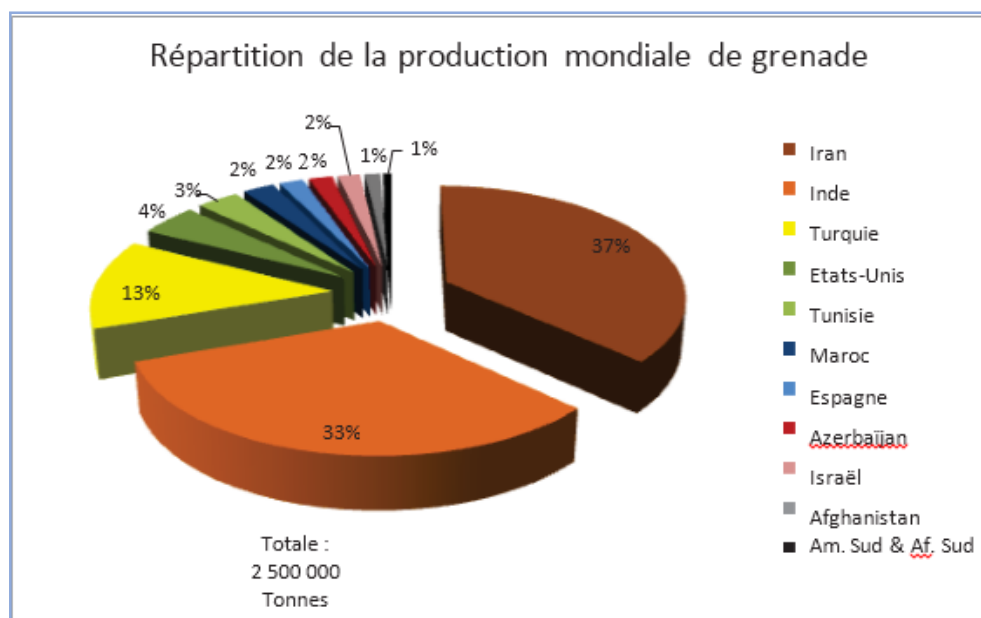


Figure n°2 : Répartition de la production mondiale de grenade (estimation 2012) (Cauchard, 2013).

I-I-4-2-En Algérie

Selon les données fournies par les services agricoles, la wilaya de Djelfa et de Mestghanem sont les plus productives de grenades, elles réalisent une production de 110760 Qx et 90562 Qx par ordre, durant la présente campagne de 2017 (D.S.A., 2017) (Tab n°1).

Tableau n°01 : la production et la superficie du grenadier dans les premières wilayas productives des grenades en Algérie **Source** : (D.S.A, 2017) :

La wilaya	superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport (Ha)	production (Qx)
Djelfa	1240	1186	110760
Mestghanem	1140	1045	186261
Relizane	723	705	90562
M'sila	810	780	4960
Telemcen	444	205	15990

I-I-4-3- Dans la wilaya de M'sila

Le grenadier est la deuxième production fruitière après l'abricotier au niveau de la wilaya de M'sila, les superficies consacrés à la culture de grenadier sont passées à 810 ha, avec une production de 49 600 Qx (D.S.A, 2017) (Fig n°3).

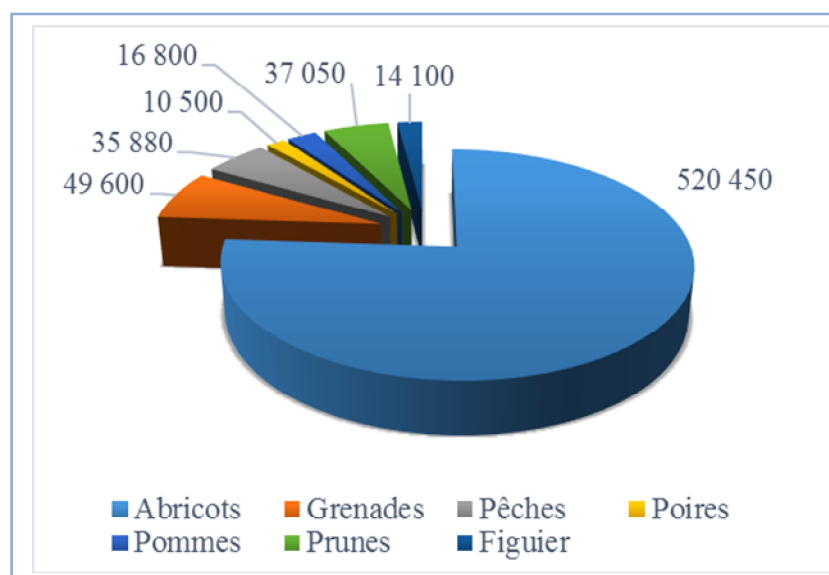


Figure n°03 : la production du grenade dans la wilaya de M'sila. (D.S.A, 2017).

Selon DSA (2017), on compte près de 8 communes qui cultivent la grenade dans la wilaya de M'sila. Les principales communes productrices de grenade sont Sidi Ameur et Hamam dalaâ avec une production de 10800 Qx, et 6250 Qx par ordre, tant que les communes

des plus faibles productions sont M'sila et Ouled Addi Guebala avec une production de 2100 Qx, 330 Qx par ordre. (Tab n°2).

Tableau n°02 : Répartition de la production et la superficie du grenadier à travers les communes de la wilaya de M'sila. **Source :** (D.S.A, 2017) :

	Superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport (Ha)	Production (Qx)
Sidi Ameur	155	152	10800
Hamam dalaa	100	98	6250
Maadid	35	33	2180
M'sila	35	32	2100
Ouled Addi Guebala	5	5	330
Maàrif	50	49	3220
Kharza	51	50	3250
El Hamel	55	55	3830

I-I-5- Les exigences pédoclimatiques du grenadier

I-I-5-1- Le sol

Le grenadier *Punica granatum* est une espèce fruitière pérenne tolérante à la sécheresse et capable de valoriser les sols pauvres et salins .Il jouit de grandes capacités d'adaptation aux conditions de milieu caractérisé par une aridité climatique marquée (Melgarejo et Salazar, 2003).C'est une espèce qui s'accommode de sols très variés avec une préférence pour les terres d'alluvions profondes ou argilo-limoneuses à forte rétention en eau. (Walali et al., 2003).

I-I-5-2-La température

Le grenadier est adapté au climat sub-aride et continental. Il peut tolérer des températures de -12 °C l'hiver et 42°C l'été une courte période de froid est nécessaire à l'induction florale, certaines variétés exigent une grande quantité de chaleur pour fructifier. (Walali et al., 2003).

I-I-5-3 L'eau

Selon Dubois (2006), Un arrosage régulier d'avril à juillet permettra aux fleurs de s'épanouir et de former des fruits, En fin d'été, il faut au contraire limiter l'apport d'eau car les fruits risquent alors d'éclater. Ainsi que pour Oukabli et al, (2004), les irrigations doivent

s'effectuer à intervalles de temps réguliers pour éviter les éclatements des baies. Le grenadier est une espèce caractérisée par ce désordre physiologique dont la sensibilité varie selon la variété et les conditions de culture. Une forte pluie à l'approche de la récolte d'un verger stressé favorise l'éclatement des grenades et leur altération.

I-I-6- Récolte et conservation

Les grenades parviennent à partir de la fin de l'automne (**Dubois, 2006**). Il est prudent de faire la cueillette des grenades avant leur complète maturité, quand leur écorce commence à rougir (**Afaq, Malik, et al., 2005**). Quand on les cueille un peu plus tôt, on peut les conserver plusieurs semaines dans un endroit frais et sec. L'écorce des fruits est très dure. Épluchez –les au couteau ou coupez – les en quartiers pour pouvoir extraire les grains de leur enveloppe fibreuse sans trop en perdre. (**Dubois, 2006**).

I-I-8-Utilisation du grenadier

Le genre *Punica* L., de la famille des Lythracées, est naturalisé au Moyen-Orient. Il comporte deux espèces mais seule l'espèce *P. granatum* L. (grenadier) est cultivée, depuis l'Antiquité (**Bakels et Jacomet, 2003**) pour la consommation de ses fruits succulents et du jus qui en est extrait, pour la beauté de ses fleurs et pour ses propriétés médicinales dont certaines (antidiabétiques) sont confirmées par des travaux biochimiques (**Huang et al., 2005**).

I-I-8-1- Consommation de la grenade

La grenade peut être utilisée en fruit de table, ainsi le fruit se mange naturellement ou accompagné de sucre, les grains de grenade peuvent servir à garnir une salade de fruits, lui apportant une saveur sucrée acidulée. La grenade peut aussi être employée pour la confection de sorbets ou coulis, en passant les grains pulpeux au moulin à légumes, afin d'obtenir un jus épais, sombre et parfumé, qui servira de base à ces préparations (**Saad, 2013**). Le suc de grenade est également utilisé dans la préparation de gelées alimentaires. Le sirop de grenadine était autrefois réalisé avec des grenades fraîches. La vraie grenadine, de couleur rouge vif, est un sirop concentré de suc de graines de grenade (**Saad, 2013**).

I-I-8-2- Utilisation médicinale

En médecine, le grenadier est considéré comme « une pharmacie en soi » et il a été utilisé comme agent antiparasitaire, un « tonique sanguin » et pour traiter les aphtes, les diarrhées et les ulcères. Le grenadier a servi aussi de remède pour le diabète dans le système de la médecine pratiquée au Moyent Orient et en Inde (**Jurenka, 2008**).

I-I-8-2-1-Activités antioxydante

Basu et Penugonda (2009), ont démontré que le jus de grenade et les extraits de graines du grenadier ont 2 à 3 fois la capacité antioxydant du thé vert ou du vin rouge en piégeant les radicaux libres et en diminuant le stress oxydatif des macrophages et la peroxydation lipidique chez les animaux

I-I-8-2-2-Activités thérapeutiques

Toutes les parties du fruit du grenadier semblent avoir des propriétés thérapeutiques et certaines études rapportent que l'écorce, les racines, les feuilles et le tronc ont aussi des effets médicaux bénéfiques. Des recherches actuelles semblent indiquer que les principaux constituants thérapeutiques du grenadier sont les ellagitannins (incluant les punicalagins), l'acide punique, les flavonoïdes, les anthocyanidines, les anthocyanines, les flavonols estrogéniques et les flavones (**Jurenka, 2008**).

I-I-8-2-3-Activité anticancéreuses

Des études *in vivo* utilisant des lignées cellulaires du cancer de la prostate ont démontré que divers extraits de grenadier (jus, huile de graine, écorce) inhibent potentiellement la prolifération et l'envahissement des cellules cancéreuses, causent une perturbation du cycle cellulaire, induisent l'apoptose et inhibent le développement de la tumeur (**Albrecht et al, 2004**).

I-I-9- Les principaux ravageurs et maladies du grenadier

I-9-1-Les ravageurs

Selon les travaux d'**Ananda et al (2007)**, Le grenadier est peu soumis aux attaques de plusieurs ravageurs, parmi ces ravageurs :

I-I-9-1-1- Puceron de la grenade, *Aphis punicae* (Homoptera : Aphididae)

A. punicae a été remarqué sur la grenade. Les deux nymphes et les adultes de qui a sucé la sève des pousses tendres, des feuilles, des fleurs et des fruits de la grenade, L'infestation a entraîné le jaunissement des feuilles (**Fig n°4**).



Figure n°4 : le puceron de la grenade *Aphis punicae* sur le fruit de grenade
(Ananda et al., 2007).

I-I-9-1-2- Aleurode des cendres, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) et aleurode en spirale, *Aleurodicus disperse* (Russell) (Homoptera: Aleyrodidae)

L'aleurode des cendres est de plus petite taille comparée à l'aleurode en spirale. La femelle de l'aleurode en spirale a pondu des œufs en spirale sur la surface inférieure des feuilles. Les adultes et les nymphes des deux espèces ont sucé la sève des feuilles et ont causé le jaunissement. Le développement de moisissure fuligineuse a également été observé sur le miellat excrété par les espèces d'aleurodes à la surface supérieure des feuilles (**Fig n°5**).



Figure n°5 : Les attaques des Aleurode *Siphoninus phillyreae* sur les feuilles de grenadier
(Ananda et al., 2007).

I-I-9-1-3- Cochenille, *Planococcus lilacinus* (Homoptera: Pseudococcidae)

Cette espèce de cochenille attaquant les fruits et leur tige sur la grenade. Les nymphes et les adultes des cochenilles ont causé des dommages considérables à la grenade en aspirant la sève des feuilles, des fleurs et des fruits, ce qui a entraîné le jaunissement des feuilles et l'excrétion des fleurs et des fruits tendres. La valeur marchande de ces fruits a considérablement diminué **Balikai (2000)**, a également rapporté la même chose.



Figure n°6 : fruit de grenade touchée par la Cochenilles
(<https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/139/grenadier.>)

I-I-9-1-4-Mouche des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824)

La cératite, *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824), est communément appelée la mouche méditerranéenne des fruits. 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).

I-I-9-2-Les maladies

La pourriture du fruit, due à *Aspergillus castaros*, entraîne un noircissement interne du fruit qui devient nauséabond et impropre à la consommation. Cette maladie est fréquente dans les zones fortement humides (Walali, 2003).

Les attaques de nématodes (*Meloidogyne incognita*) sont connues sur grenadier et contribuent à la baisse des rendements. Cette espèce peut être attaquée aussi par le virus HSVd (Hop Stunt Viroid). Le calendrier de traitements à envisager comprend donc un nombre réduit d'interventions (Oukabli, 2004).

I-I-10-Les principaux ennemis naturels des ravageurs du grenadier

I-I-10-1-Ennemis naturels des pucerons

Ananda et al (2009), remarquent que les larves de *Chrysoperla carnea* Stephens se nourrissent des nymphes et des adultes d'*A. Punicae* de décembre 2006 à mars 2007 dans les cinq localités. La population de larves de *C. carnea* variait de deux à dix et celle des adultes

de un à sept pour trois pousses terminales. Un maximum de neuf larves a été observé en février 2007. Les autres ennemis naturels d'*A. Punicae* étaient *Scymnus coccivora* Ayyar, *Cheilomenus sexmaculata* Fabricius et *Coccinella septumpunctata* (Linnaeus).

I-I-10-2-Les ennemis naturels des mouches blanches

Ananda et al (2009) montrent aussi que les larves de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant sont prédatrices des œufs et des nymphes des aleurodes. Un parasitoïde Aphelinid, *Encarsia sp* a été enregistré sur les aleurodes.

I-I-10-3-Ennemis naturels des cochenilles

Des larves et des adultes de *C. montrouzieri* et de *S. coccivora* ont été trouvés prédateurs des œufs, des larves et des adultes des cochenilles. L'activité des prédateurs a progressivement augmenté d'avril à juin, puis a diminué à partir de juillet (**Ananda et al., 2009**).

I-II- Présentation de l'espèce *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1829)

I-II-1-Apersu sur la famille des Tephritidae

Les mouches des fruits sont parmi les ravageurs les plus importants en agriculture au monde. Elles occasionnent des pertes estimées à plusieurs milliards de dollars en provoquant des dégâts directs sur une grande diversité d'espèces fruitières, légumières et florales (citrus, pomme, mangue,...). Elles limitent le développement de l'agriculture dans de nombreux pays. Classées comme ravageurs de quarantaine, elles constituent un facteur limitant les exportations de fruits et légumes et accroissant leurs coûts à l'exportation du fait des traitements de désinfection appliqués. (**Norrbom, 2004**).

Selon les classifications de **Korneyev (1999)**, **Norrbom et al (1999)** citées par **Norrbom (2004)** la famille des Tephritidae prend la classification suivante :

Classe : Insectes

Ordre : Diptères

Sous ordre : Brachycères

Infra ordre : Muscomorpha (Cyclorrhapha)

Section (Division) : Schizophora

Super famille : Tephritoidea

Famille : Tephritidae

Selon la même auteure la famille des Tephritidae comporte 6 sous familles et 27 tribus. Il s'agit pour les sous familles des : Blepharoneurinae, Dacinae, Phyalmiinae, Tachiniscinae, Tephritinae et Trypetinae. En décembre 2003, 4448 espèces de mouches des fruits réparties dans 484 genres étaient identifiées à travers le monde. La sous famille des Dacinae avec la tribu des Ceratidini et celle des Dacini comporte de nombreuses espèces de mouches des fruits, dont certaines ont été signalées en Afrique de l'Ouest (**Vayssières et al., 2005**).

La tribu des Ceratidini, comporte le genre *Ceratitis* signalé en Afrique de l'Ouest (**Vayssières et Kalabane, 2000 ; Vayssières et al., 2003**).

I-II-2-Position systématique de la *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1829)

L'espèce *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1829) est communément connue sous le nom de cératite ou mouche méditerranéenne des fruits.

D'après **Duyck et al. (2005)**, la position de la Cératite est la suivante :

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Classe : Insectes(Hexapodes)

Ordre : Diptères

Sous ordre : Brachycères

Famille : Tephritidae

Genre et espèce : *Ceratitis capitata*

I-II-3-Caractéristiques morphologiques

L'adulte de la Cératite mesure d'environ 5 à 6 mm de long, elle est caractérisée par un thorax noir luisant avec des taches blanches.

L'abdomen est orné sur les tergites de bandes transversales alternées de gris et de roux. Son extrémité présente un aspect différent selon le sexe (**Féron, 1962**) (**Annexe n°1**).

Les ailes de la cératites sont très caractéristiques, transparentes à larges bandes jaunes serties de brun, et des neurulations noirâtres.

La bande costale, commençant après l'extrémité de la nervure radiale (R_1), est séparée de la bande transversale par une zone hyaline à l'extrémité de R_1 . La nervation alaire se caractérise par deux fractures de la nervure costale, la courbure profonde de la cubitale Cu_2 en S et l'angle aigu que fait la première cellule discale avec la nervure médiane M_2 (**Thomas et al., 2001**) (**Annexe n°2**).

Le dimorphisme sexuel est très net chez la femelle par un ovipositeur rétractile, large et rougeâtre, permettant l'insertion des œufs dans les fruits, alors que le mâle possède deux soies orbitales antérieures allongées et terminées chacune par une petite palette en forme de losange de couleur noirâtre (Balachowsky et Mesnil, 1935) (Annexe n°3).

I-II-4-Cycle de vie de la Cératite

Le cycle de développement de la Cératite est régi par l'interaction d'un ensemble de facteurs biotiques (disponibilité de l'espèce fruitière hôte et le degré de maturité du fruit) et abiotiques (température) (Gahbiche, 1993).

Le cycle complet de cette espèce varie de 4 à 17 semaines en fonction de la température. La cératite est une espèce polyvoltine, le nombre de générations par an est déterminé essentiellement par la température. C'est ainsi que plusieurs générations peuvent se succéder durant l'année (Chouibani et al, 2015) (Figure n°7).

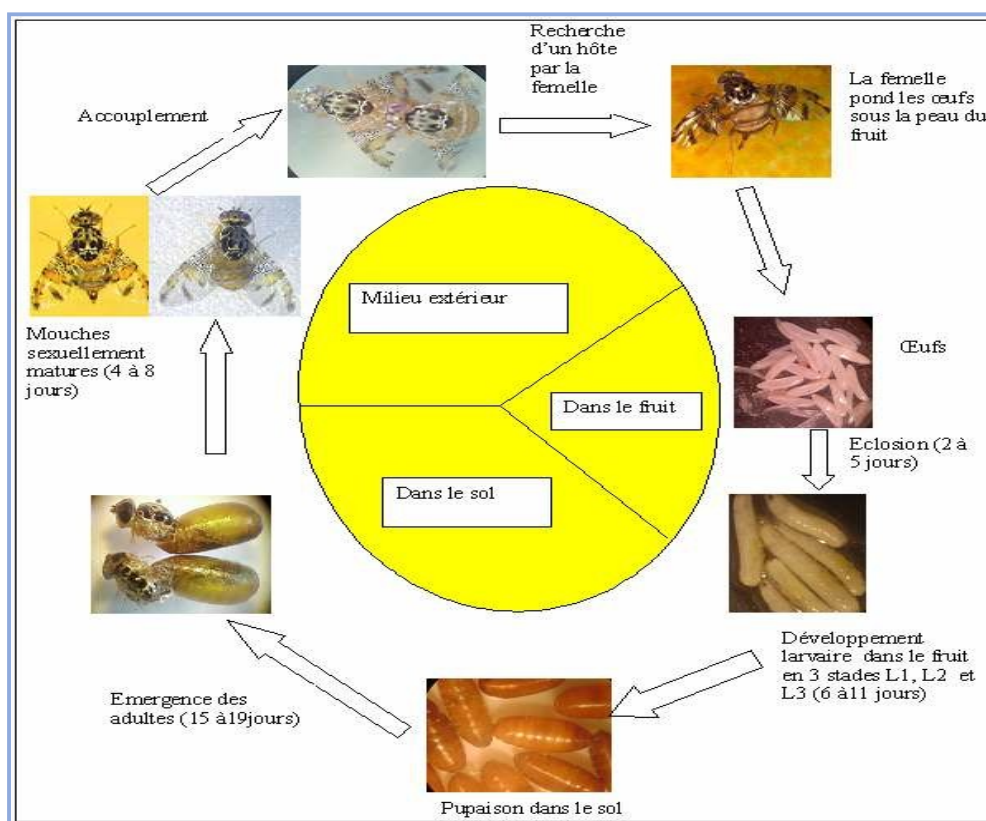


Figure n°7 : Cycle de développement de *C. capitata* (Ali Ahmed–Sadoudi, 2008).

I-II-4-1-La ponte

La ponte est fortement influencée par l'intensité lumineuse, et a lieu de préférence dans une zone ombragée. A l'aide de leur oviscapte pointu, les femelles déposent leurs œufs

sous l'épiderme du fruit hôte, à 2-5 mm de profondeur, par petits paquets (3 à 7 œufs) dont la taille varie avec celle du fruit hôte. Après la ponte, la femelle dépose autour du point de piqure une phéromone de marquage. Au cours de sa vie, une femelle peut déposer plusieurs centaines d'œufs 300 à 1000 (**Gahbiche, 1993**).

I-II-4-2-L'incubation

La durée d'incubation des œufs dépend de la température. L'éclosion débute dans les conditions naturelles à des températures supérieures à 10 °C, après 3 à 5 jours d'incubation. Les larves issues des œufs complètent leur développement dans la pulpe du fruit. Le trou de ponte est facile à remarquer sur quelques fruits (agrumes et abricots), l'incubation des œufs est de 2 à 5 jours en été et plus de 20 jours en hiver (**Chouibani et al., 2015**).

I-II-4-3-Le développement larvaire

Trois stades larvaires se succèdent et durent 5-15 Jours avant de se transformer en pupes (8-12 Jours). Les adultes émergés peuvent vivre 40-90 Jours (**Vayssières et al., 2008**).

Les larves commencent à s'alimenter presque immédiatement. Des tunnels sont formés dans le fruit, mais les larves s'alimentent souvent ensemble jusqu'à ce qu'elles soient presque ou entièrement développées (**Ronald et Jayma, 1992**).

I-II-4-4-La pupaison et émergence des adultes

La larve de troisième stade « asticot » quitte le fruit par une brusque détente. Elle retombe sur le sol dans lequel elle s'enfonce pour se nymphoser, donnant alors une puppe. Cette transformation ne dure que quelques heures (**Duyck, 2005**).

La pupaison est une phase qui correspond à des transformations profondes. Sa durée varie selon la température et l'humidité du sol (**Fletcher, 1989 ; Robacker, 2000**). Elle peut s'effectuer en 9 jours comme elle peut s'étendre sur 80 jours (**Bodenheimer, 1951**).

Les adultes émergent en plus grand nombre tôt le matin par temps chaud et émergent plus sporadiquement par temps frais (**Thomas et al., 2007**).

I-II-5-Les plantes hôtes

La Cératite est connue par sa large gamme d'hôtes, elle est le ravageur polyphage le plus dangereux des Tephritidae dans les régions tropicales et subtropicales. Elle est connue d'avoir 353 plantes hôtes dont les : Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae, Sapotaceae et Solanaceae (elle peut aussi attaquer quelques cultures maraichères comme tomates et poivron et le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) (**Jacquemond et al., 2013**)).

I-II-6-Dégâts

La mouche méditerranéenne des fruits est l'un des principaux obstacles à la production de fruits sains et à leur exportation (**Oukil et al., 2002**). Elle affecte le secteur

agricole à partir des dommages résultants des attaques occasionnées aux cultures fruitières, ces derniers sont de deux types :

Dommages directs provoqués par les piqûres des femelles sur les fruits, (Cayol et al., 1994). L'attaque suivie du développement des larves, se manifeste par une tache décolorée qui tranche avec la couleur normale du fruit et devient brune et molle au terme de leur croissance (Fig n°8). De plus, cela provoque la chute et la pourriture des fruits par des champignons (Cayol et al., 1994).



Figure n°8 : Les larves de la cératite à l'intérieure d'un fruit de grenade (Braham, 2015).

Dommages indirects par les mesures de lutte prises contre ce ravageur ; les pays envahis par ce ravageur supportent, en effet, des frais élevés pour les programmes d'éradication. En Algérie, par exemple, les coûts des traitements sont estimés à 150 Dinars par hectare (Oukil, 1995).

I-II-7- Moyennes de contrôle et de lutte contre la cératite

I-II-7-1- Lutte préventives (culturale)

Il est important de rassembler et détruire tous les fruits infectés et ceux qui ont chuté, ou à les enfuir sous une couche de terre tassée de 60 cm d'épaisseur. La suppression des plantes réservoirs en bois dure des parcelles sont également utiles pour diminuer les populations de mouches des fruits. Enfin une lutte préventive peut s'opérer plus en amont par le contrôle des marchandises à l'arrivée (White et Elson-Harris, 1992).

I-II-7-2- Lutte biologique

La lutte biologique reste la méthode la plus respectueuse de l'environnement. Elle consiste à utiliser des ennemis naturels de l'insecte nuisible afin de minimiser l'effectif des populations du ravageur. De point de vue efficacité, cette méthode pose beaucoup de problèmes concernant les difficultés dans l'élevage de l'insecte ennemi ainsi que la difficulté de la relation hôte-parasite (Aboussaid et al, 2007).

I-II-7-3- La confusion sexuelle

La lutte par confusion sexuelle consiste à diffuser dans l'atmosphère du verger des quantités importantes de phéromone sexuelle de synthèse de façon à désorienter les mâles empêchant ainsi la rencontre des sexes. Cette méthode ne présente aucun avantage pratique pour la Cératite à cause de ses exigences techniques (**Aboussaid et al, 2007**).

I-II-7-4- La technique de l'insecte stérile (TIS)

Elle implique un lâcher d'un nombre important de mouches stériles parmi la population sauvage, afin qu'il y ait une forte probabilité d'accouplement entre femelles sauvages et mâles stériles. Cette technique a été utilisée contre *C. capitata* au Costa Rica, en Espagne, aux Etats- Unis (California, Hawaii), en Italie, au Mexique, au Nicaragua et au Pérou (**Bernard, 2014**)

I-II-7-5- Lutte chimique

La lutte chimique est le moyen le plus utilisé contre la mouche des fruits et la gamme d'insecticides ne cesse de s'élargir (**Röessler, 1989 ; Gahbiche, 1993**). Cette lutte est basée sur la surveillance des populations de mouches par les pièges à raison de un à deux pièges par ha. Ces pièges sont appâtés soit par un attractif alimentaire soit sexuel. En général, lorsque le nombre d'individus dépasse 3 mouches par piège et par jour, les traitements sont déclenchés. Ces traitements peuvent être aériens ou terrestre (**Hagen et al., 1981**).

I-II-7-6- Les pièges à phéromone

Cette méthode est basée sur l'utilisation d'un attractif sexuel très performant mélangé à un insecticide pour attirer les mâles et les tuer par contact. La rareté des mâles augmente le pourcentage des femelles ne produisant pas des œufs fertiles, mais cette méthode n'a pas trouvé d'échos favorables envers la Cératite (**Aboussaid et al, 2007**).

I-II-7-7- Piégeage en masse

Cette méthode consiste à combiner plusieurs facteurs pouvant affecter les populations de mouches telles que le stimulus olfactif et visuel, l'ensemble de ces stimuli est utilisé pour le piégeage de masse en vue de réduire au maximum la population adulte de la mouche. C'est une technique adaptée à de grandes surfaces (> 1ha), coûteuse en temps et en moyens (achat, pose, retrait) (**Aboussaid et al, 2007**).

Chapitre II

Etude de milieu

Chapitre II : Etude de milieu

II-1- Présentation de la région d'étude (M'sila)

Nous avons mené un travail scientifique qui rentre dans la cadre de la protection des végétaux dans la région de M'sila (Nord-est de l'Algérie). Nous présentons ci-dessous les caractéristiques géographiques, physiques (pédologie et relief), hydriques et climatiques.

II-1-1- Cadre géographique

La wilaya de M'sila dans ses limites actuelles, occupe une position privilégiée dans la partie central de l'Algérie du Nord. Dans son ensemble, elle fait partie de la région des hauts plateaux du centre et s'étend sur une superficie de 18.175 km². Elle est située à 35°40' latitude Nord et 04°30' longitude Est, sur une altitude d'environ 441m. Elle est situé au Sud Est d'Alger, limitée au Nord par les Wilayas de Médéa, Bordj Bou-Arredj, Sétif et Brouira ; à l'Ouest par Djelfa ; à l'Est par Batna et au Sud par Djelfa et Biskra (**Bahri et Bouafia, 2016**).

II-1-2- Les caractéristiques physiques

II-1-2-1- Relief

La structure physique de la wilaya de M'sila est très hétérogène. Elle se caractérise par trois régions naturelles distinctes :

- **Zone de steppe** : couvre la plus grande partie du territoire 60%, se caractérise par un couvert végétal clairsemé, traduisant le degré de dégradation des parcours.
- **Zone de la plaine du Hodna** : elle représentant 29% de la superficie totale ou se concentre toute l'activité agricole de la wilaya (céréales, maraichage, arboriculture).
- **Zone de montagnes** : elle présente 11% du territoire réservé à une agriculture de montagne de type extensif avec quelques massifs forestiers (**DSA, 2017**).

II-1-2-2- pédologie

Science dont l'objet est l'étude de la genèse, de la structure et de l'évolution des sols. Elle fut le premier à prendre conscience de l'influence physico-chimique majeur qu'exercent les facteurs climatique et la végétation sur substrat rocheux (**Ramade, 2008**).

Les soils de M'sila sont de 06 type : sols minéraux bruts d'apport alluvial, soils peu évolués, sols calcimagnésiques, sols halomorphe, sols hydromorphes, et sols isomorphes (**Fetayah, 2015**).

II-1-2-3-Ressources hydrique

Le territoire de la wilaya de M'Sila est un immense bassin versant qui reçoit le flux pluvial grâce aux différents oueds qui sont alimentés à partir des bassins versants de la wilaya

et ceux des wilayas limitrophes particulièrement au Nord (Bouira et Borj Bou-Arredj) (D.S.A., 2017).

II-1-3- Description climatique de la région d'étude

La culture de grenadier ne serait être produite dans la région du Hodna sans son adaptation aux conditions climatiques telles que la température, la pluviométrie, l'humidité et le vent.

Elle intervient aussi dans le déroulement de tous les processus tels que la croissance, la reproduction, et la répartition géographique des êtres vivants.

II-1-3-1- La température

La wilaya de M'sila se caractérise par un climat sec de type continental, semi-aride avec une température moyenne de 31.5°C en été et de 9,03°C en hiver.

Les températures moyennes les plus faibles de la région de M'sila ont été notées au cours du mois de Janvier avec 07.3°C, les températures moyennes les plus élevés ont été marquées au cours des mois de Aout avec un moyen de 32.6°C.

Des pics de température maximale sont enregistrés au cours du mois de Juillet avec 40.4 C°, et des températures minimales en Janvier avec 2.8 C° (**Tab n°3**).

Tableau n°3 : Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles dans la région de M'sila en 2017 :

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T min	2.8	6.3	7.7	11.6	18.1	22.0	24.6	25.7	18.5	12.5	6.2	3.4
T max	12.3	17.8	22.4	25.8	32.9	37.1	40.4	39.9	32.6	26.5	19.0	14.1
T moy	07.3	11.6	14.8	18.6	25.6	29.6	32.5	32.6	25.6	19.3	12.1	08.2

(O.N.M. 2017)

II-1-3-2- La pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques (**Ramade, 2008**). Les moyennes mensuelles de l'année 2017

montrent une irrégularité dans la distribution mensuelle de la pluviométrie, car le mois le plus humide est celui de Janvier avec 71.4 mm, alors que le mois le plus sec est Aout avec une très faible valeur 0.5 mm (**Fig n°9**). Le total des moyennes des chutes de pluies mensuel est de 337 mm.

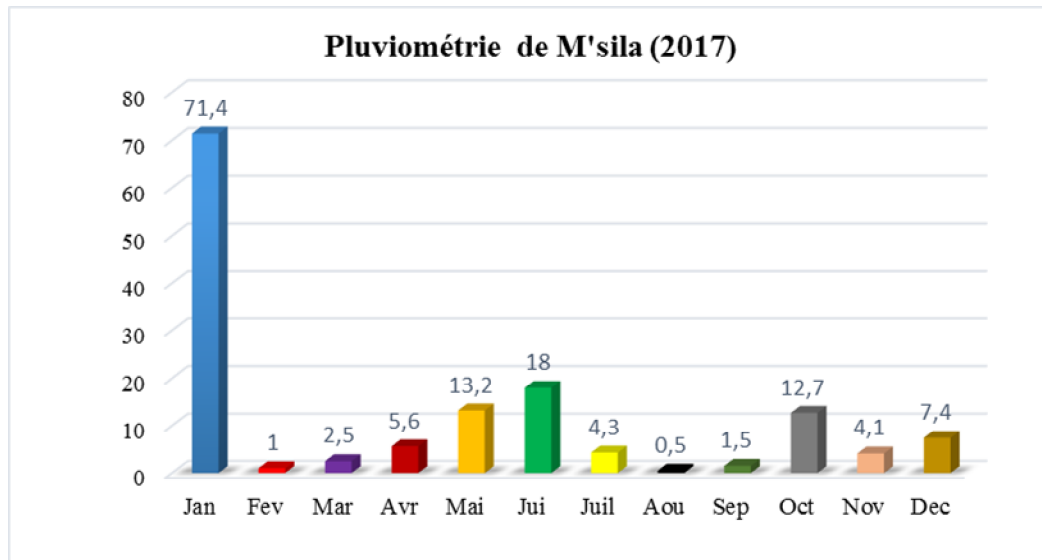


Figure n°9 : La pluviométrie mensuelle (mm) notée durant l'année 2017 de la région de M'sila. (O.N.M. 2017).

II-1-3-3- L'humidité

Au sens propre du terme, l'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air. On peut l'exprimer en pourcentage (**Dreux, 1980**). L'humidité désigne la teneur en eau d'un biotope, de constituants biotiques d'un habitat ou même d'un organisme (**Ramade, 2008**).

L'humidité de l'air dans la région de M'sila augmente durant l'hiver et diminue nettement en été, elle varie de 25% durant le mois de Juillet jusqu'à 75% durant le mois de Janvier (**Fig n°10**).

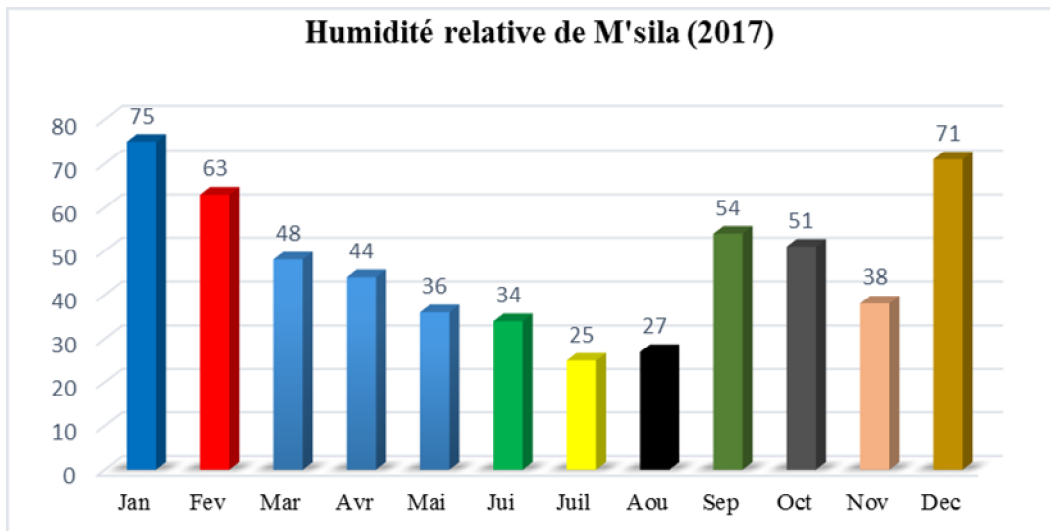


Figure n°10 : L'humidité mensuelle (%) de la région de M'sila au cours de l'année 2017 (O.N.M. 2017).

II-1-3-4- Le vent

Le vent généralement influe durant la période de floraison, ce qui va engendrés des chutes considérable de fleurs. Selon **Kuhnelt (1969)**, il est considéré comme un agent de transport des insectes à grandes distances.

Les grandes vitesses des vents a été enregistré dans les mois de décembre, janvier, et février entre (3.6 et 3.8 m/s) .et les plus faible valeurs durant le mois de aoute septembre et octobre avec 0.5, 0.4, et 0.7 m/s (**Fig n°11**).

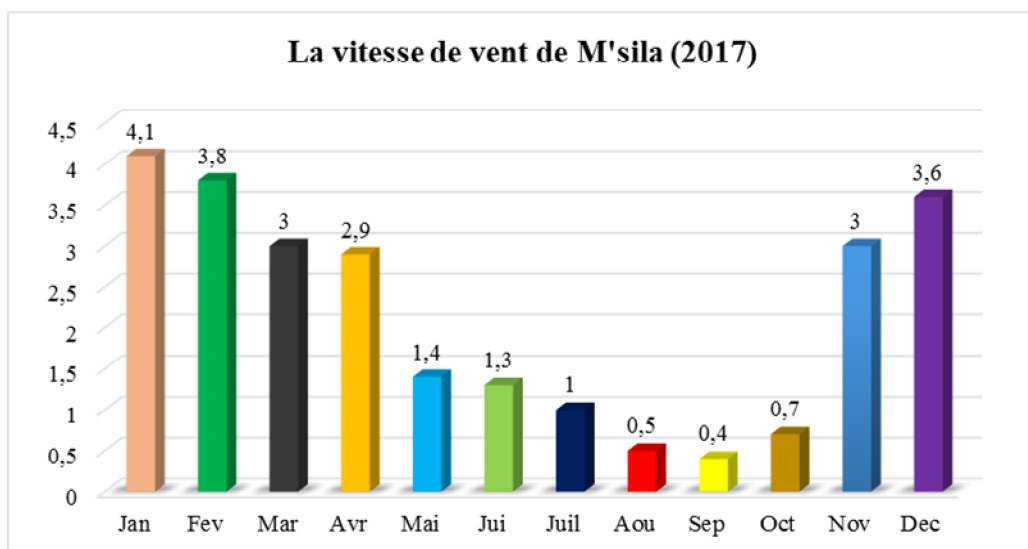


Figure n°11 : Le vent mensuelle (m/s) de l'année 2017 de la région de M'sila (O.N.M. 2018).

II-1-4- Synthèse bioclimatique

La synthèse climatique est exprimée par le diagramme Ombrothermique et le climagramme d'Emberger de la région de M'sila durant la période s'étalant de 1988 à 2017.

II-1-4-1-Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Guaussen

Le diagramme Ombrothermique précise les périodes sèche et humide durant l'année. Les mois où la courbe de la pluviométrie supérieure ou égale à la température c'est la période humide, et les mois où la courbe de la température est au-dessus de celle de la pluviométrie, on parle de période sèche.

Le diagramme Ombrothermique de la région d'étude établit à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles de 29 ans.

Tableau n°4 : Températures moyennes et précipitations moyennes dans la région de M'sila durant la période (1988-2017) :

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T (°C)	8,9	10,2	13,9	17,25	22,3	27,95	31,8	31,3	25,9	20,4	13,8	9,5
P (mm)	19,1	13,4	15,8	19,2	22,3	10,1	3,9	6,6	21,7	25,3	19,4	18,5

La synthèse bioclimatique révèle que la période sèche durant la période (1988-2017) est pratiquement sèche pendant toute l'année avec une intense sécheresse aux mois de juillet et aout (**Fig n°12**).

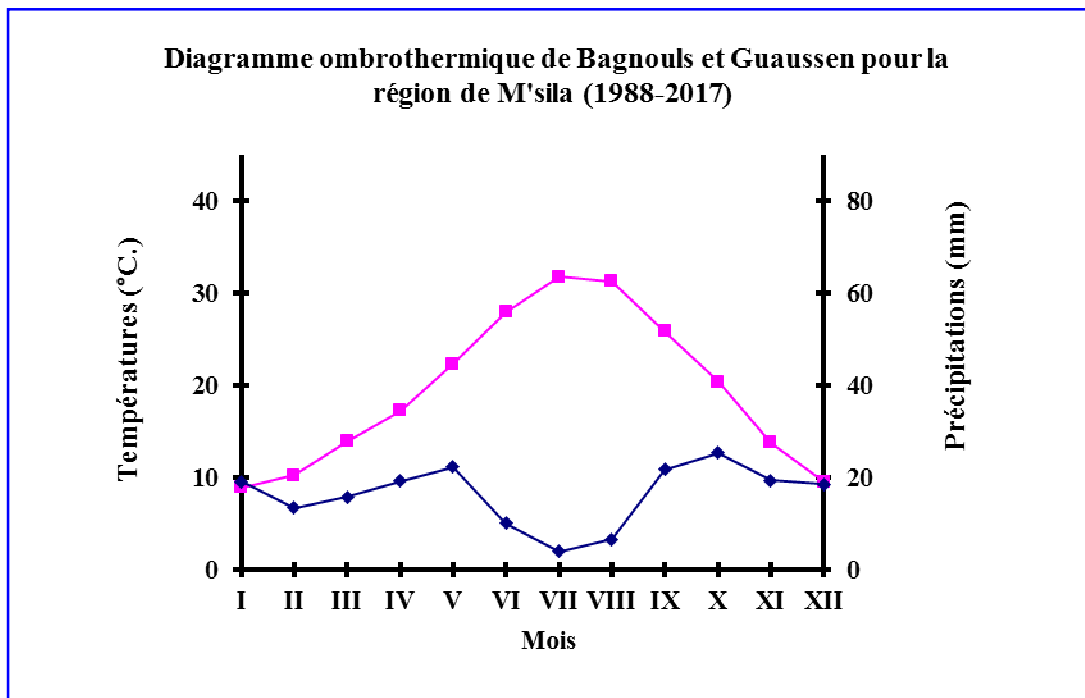


Figure n°12 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Guaussen pour la région de M'sila (1988-2017).

II-1-4-2-Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique Q2 d'Emberger correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen, il tient compte de la moyenne annuelle des précipitations (P) en mm et pour les températures, d'une part de la moyenne des minimums du mois le plus froid (m), d'autre part de la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M). Q2 est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = (1000 \cdot P) / (M - m) \quad M + m \quad 2 = (2000 \cdot P) / (M^2 - m^2)$$

Selon la formule de Stewart (1969) adaptée pour le climat d'Algérie, qui se présente comme suit :

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

Q₃ : quotient pluviométrique de Stewart ;

P : pluviométrie annuelle en (mm) ;

M : moyenne maximale du mois le plus chaude ;

m : moyenne minimale du mois le plus froid.

Tableau n°5 : Valeurs de Q3, P, M, m et M-m enregistrées dans la région de M'sila durant la période (1988-2017) :

Paramètres	P (mm)	M (C°)	m (C°)	M-m	Q₃
Valeur	195.2	39.1	3.6	35.5	18.86

Selon le tableau n°6 la valeur du quotient d'Emberger Q3 calculé pour la région de M'sila durant une période de 29 ans est égale à 18,86. Cela implique que cette région se situe dans l'étage bioclimatique Aride inférieur (**Fig. n°13**).

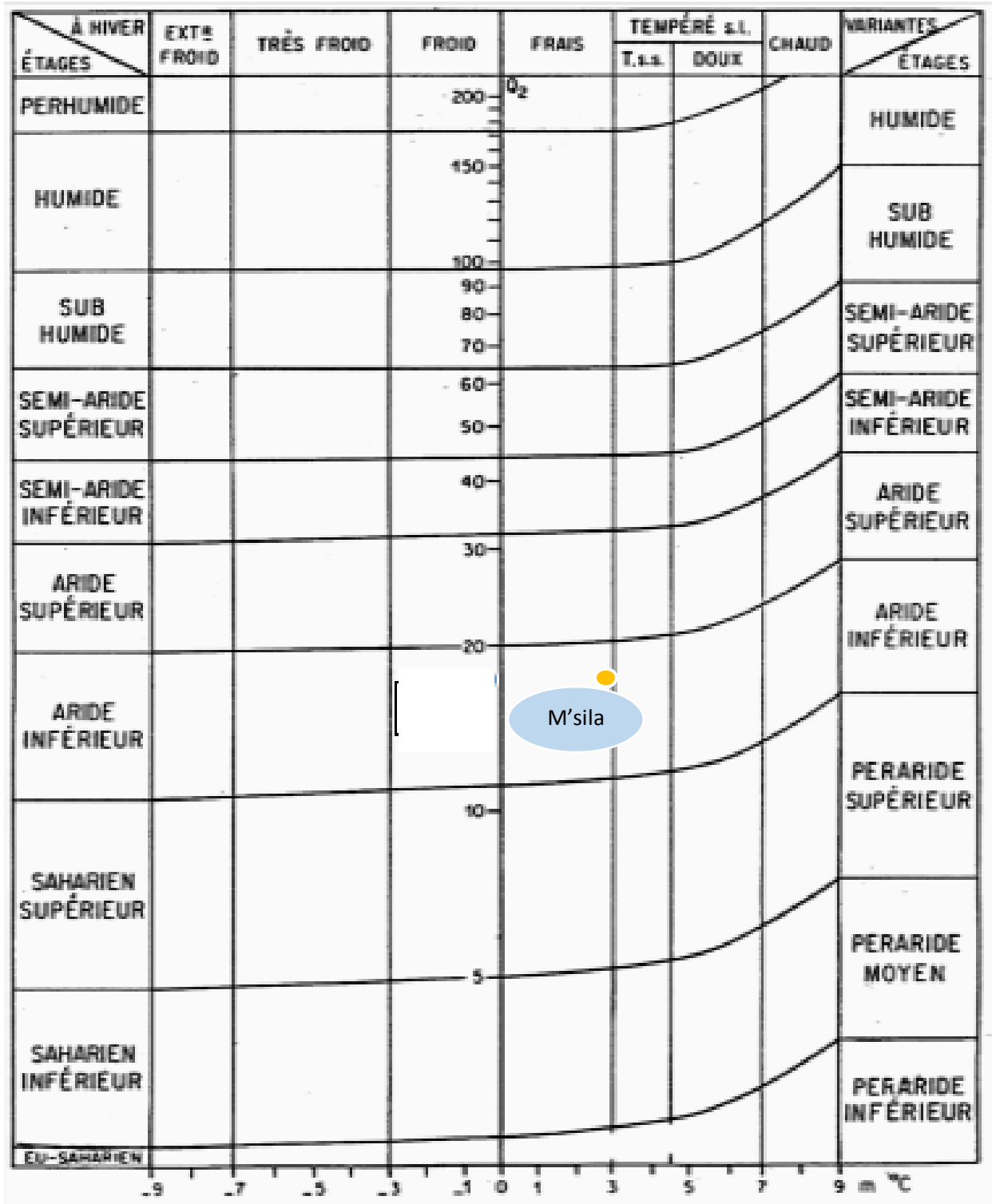


Figure n°13 : Localisation de la région d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER.

II-2- Présentation des stations d'étude

Notre étude a été réalisée dans deux vergers privés de grenadier situés dans les régions de Boukhmissa (commune de M'sila centre), et Ouled Addi Guebala (commune de Ouled Darraje) (**Fig n°14**).

II-2-1- Cadre géographique

II-2-1-1-La station de Boukhmissa

La station de Boukhmissa commune de M'sila, est située à une latitude Nord : $35^{\circ}76'95.56$ et une longitude Est : $4^{\circ}54'61.11$, distante de 3 Km du chef-lieu de la wilaya .l'expérimentation a eu lieu dans un verger d'agriculteur privé d'altitude 527m à Ouled Slama, limité au Nord par un verger privé, à l'Est par la route nationale N 45 vers Bourdj Bou Arreridj et au Ouest et sud par d'autres vergers privés.

II-2-1-2- La station d'Ouled Addi Guebala

Ouled Addi Guebala est une commune de la daïra d'Ouled Darraj, wilaya de M'sila, elle se situe à une latitude Nord : $35^{\circ}40'28.07$ et une longitude Est : $4^{\circ}52'41.14$, s'écarte environ 35 km du siège de la wilaya, l'expérimentation a eu lieu dans un verger d'agriculteur privé d'altitude 537m.

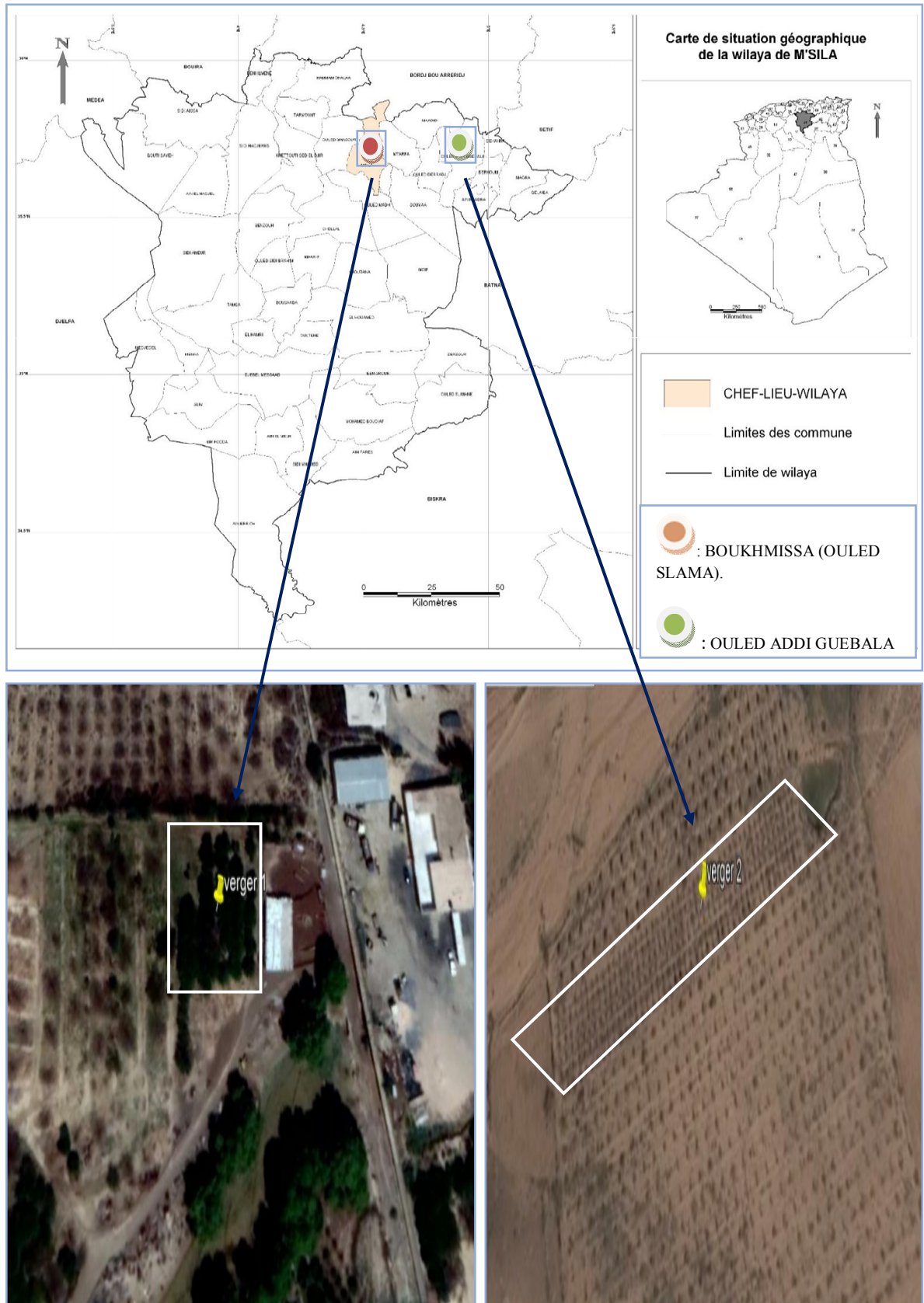


Figure n°14 : Localisation du verger (1) (Boukhmissa) et du verger (2) (Ouled Addi Guebala) dans la wilaya de M'sila. Source : Google earth.

II-2-2-Synthèses bioclimatiques des stations d'étude

Puisqu'il n'existe pas de station météorologique dans notre stations d'étude, nous avons pris les données climatiques de la station météorologique de M'sila (1988-2017) comme référence et nous avons effectué une extrapolation de ces données en utilisant : Méthode d'extrapolation des données climatiques pour réalésé le diagramme d'ombrothermique.

Selon **Seltzer** les précipitations augmentent de 40 mm tous les 100 m d'altitude. Et selon (**Seltzer, 1984 in Si Bachir, 1991**) la température maximale déterminée d'environ 0.7°C pour chaque 100 m d'altitude et la température minimale déterminée d'environ 0.4°C pour chaque 100 m d'altitude.

II-2-2-1- Le diagramme ombrothermique de la station de Boukhmissa

Tableau n°6 : Les températures moyennes et les précipitations moyennes enregistrées au cours de la période (1988-2017) dans la station de Boukhmissa (°C) :

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T (°C)	10,1	11,7	17,0	22,0	29,7	37,7	43,4	42,7	35,0	27,1	17,4	11,1
P (mm)	20,6	14,5	17,1	20,7	24,1	10,9	4,2	7,2	23,4	27,3	21,0	19,9

Le diagramme ombrothermique (**Fig n°15**) de station de Boukhmissa montre que la saison sèche s'étale presque sur toute l'année. Elle débute du mois de janvier jusqu'à fin décembre.

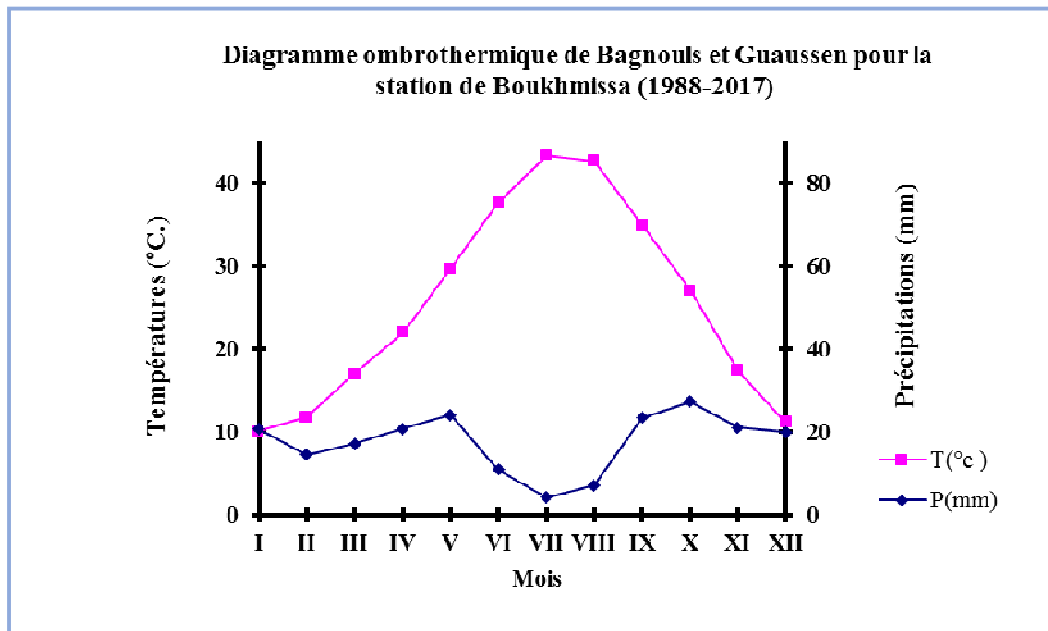


Figure n°15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gnaussen pour la station de Boukhmissa (1988-2017).

II-2-2-Diagramme ombrothermique de la station d'Ouled Addi Geubala

Tableau n°7 : Les températures moyennes et les précipitations moyennes enregistrées au cours de la période (1988-2017) dans la station d'Ouled Addi Gubala (°C) :

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T (°C)	10,0	11,7	16,9	21,9	29,6	37,6	43,3	42,6	34,9	27,0	17,3	11,0
P (mm)	21,2	14,9	17,5	21,3	24,7	11,2	4,3	7,4	24,1	28,1	21,5	20,5

Les diagrammes ombrothermiques de la station de d'Ouled Addi Geubala et la station de Boukhmissa durant la période (1988-2017) sont presque identiques (Fig n°18) et (Fig n°16) car il y a un différence de 10 m seulement entre les altitudes de deux stations.

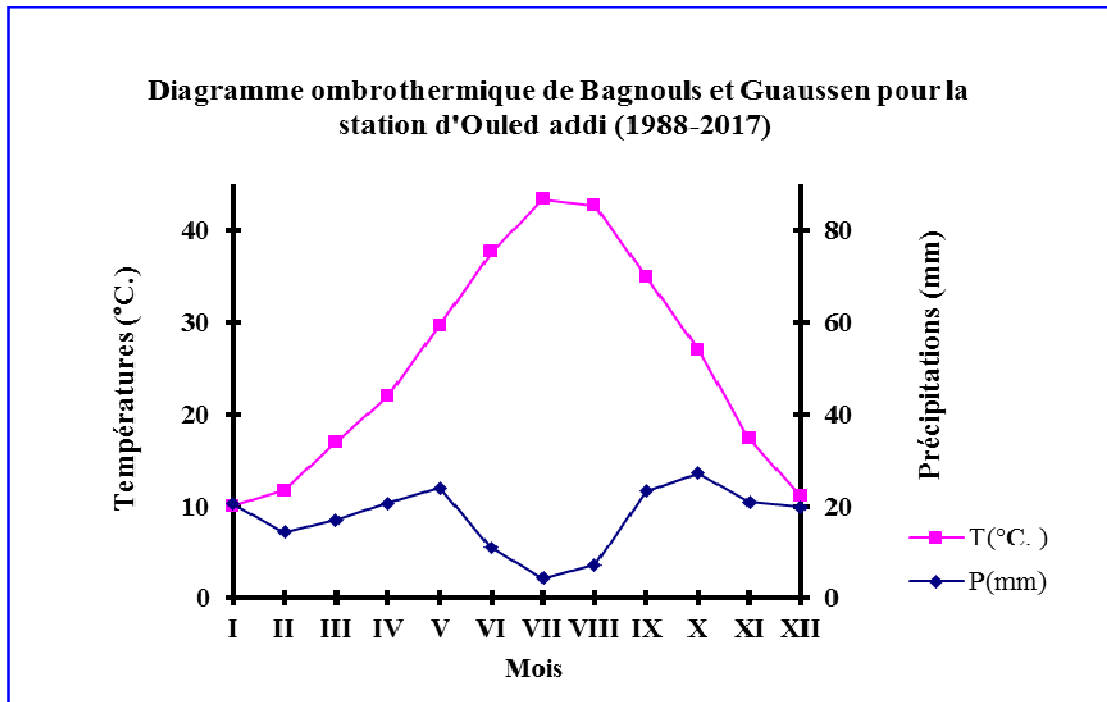


Figure n°16 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Guaussen pour la station d'Ouled Addi (1988-2017).

Chapitre III

Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériels et méthodes

III-1-Choix de la station d'étude

L'expérimentation a eu lieu dans deux stations de la région de M'sila, Boukhmissa et Ouled Addi el Gubala, Le choix de ces deux stations est réalisé en fonction de quelques paramètres comme la sécurité, la surface importante des vergers, et l'absence de traitements chimiques.

III-1-1-Le verger de Ouled Slema

La station de Ouled Slema à Boukhmissa (du côté sud) est un verger âgé de 26 ans et considéré comme grenaderaie biologique (absence de traitements chimiques). Le désherbage fait défaut sauf en cas de besoin pour l'alimentation du bétail.

Le verger est limité au nord par des arbres d'eucalyptus, à l'ouest par des arbres d'abricotiers et même d'oliviers, alors que du côté est du verger il existe une bergerie.

L'étude a concernée 51 arbres de grenadiers. La surface est de 672 m². La distance entre les arbres est irrégulière entre 3 et 5 mètre et la distance entre les lignes est aussi irrégulière entre 4 et 6,5 m. L'irrigation est assurée avec les eaux d'oueds.



Figure n°17 : Vue générale du verger de grenadier à Ouled Slema.

III-1-2- Le verger d'Ouled Addi

La station Brabra à Ouled Addi el Gubala est un verger âgé de 15 ans. Les traitements chimiques sont rares (il a subi un traitement chimique en 2014).

Le verger d'Ouled Addi est limité au nord par une oliveraie, à l'ouest par le pin d'Alep, alors que le côté sud de verger est limitrophe avec des arbres de poirier, d'amandiers et de néfliers.

L'étude concernait 194 arbres de grenadiers dont la variété est nommée **messaad**. La superficie atteint 3009 m². La distance entre les lignes d'arbres est irrégulière (moyennement 5 m), et la distance entre les arbres est régulière de l'ordre de 4 m. L'irrigation du verger est assurée par l'utilisation des eaux de forage avec le système goutte à goutte.



Figure n° 18 : Vue générale du verger de grenadier à Ouled Addi.

III-2-Echantillonnage de l'entomofaune par les deux méthodes

Pour ce faire nous avons opté pour deux méthodes d'échantillonnage à savoir : le piège à phéromone et le piégeage massif.

III-2-1-Le piège à phéromone

Ce piège est un gobe mouche contient une capsule de phéromone sexuelle synthétique attirent spécifiquement les mâles de cératite *Ceratitis capitata* qui vivent dans l'environnement proche du verger (**Fig n°19**). La durée d'activité de la capsule à phéromone est 30 jours.

Sur le terrain, nous avons utilisé 12 pièges (6 pour chaque verger), les 6 pièges sont placés de manière pendulée sur les arbres comme suit : 2 au centre ,2 au Sud, et 2 au Nord.



Figure n°19 : Le piège à phéromone (photo originale).

- **Les dates des installations et les récupérations des pièges à phéromones**

L'installation des pièges s'effectue dans deux périodes ; Automnale (entre le mois de Octobre et Novembre) et hivernale (entre le mois de décembre et janvier).

- **Pour la station de Boukhmissa**

Date d'installation (période automnale) : 12/10/2017 La récupération a été faite à la base d'un intervalle d'une semaine.

- ✓ Date de 1^{ère} récupération : 20/10/2017 ;
- ✓ Date de 2^{ème} récupération : 27/10/2017 ;
- ✓ Date de 3^{ème} récupération : 03/11/2017 ;
- ✓ Date de 4^{ème} récupération : 10/11/2017.

La 2^{ème} installation (période hivernale) est : le 09/12/2017 (intervalle d'un mois).

- ✓ Date de 1^{ère} récupération : 12/01/2018 ;
- ✓ Date de 2^{ème} récupération : 10/02/2018.

La 3^{ème} installation (période printanière) est : le 20/03/2018 (intervalle d'un mois).

- ✓ Date de 1^{ère} récupération : 19/04/2018 ;
- ✓ Date de 2^{ème} récupération : 19/05/2018.

- **Pour la station d'Oled Addi el Gubala**

La date de premier installation (période automnale) : 13/10/2017(intervalle d'une semaine).

- ✓ Date de 1^{ère} récupération : 21/10/2017 ;
- ✓ Date de 2^{ème} récupération : 28/10/2017 ;
- ✓ Date de 3^{ème} récupération : 04/11/2017 ;
- ✓ Date de 4^{ème} récupération : 11/11/2017.

La 2^{ème} installation (période hivernale) le : 11/12/2017 (intervalle d'un mois).

- ✓ Date de 1^{ère} récupération : 13/01/2018 ;
- ✓ Date de 2^{ème} récupération : 10/02/2018.

La 3^{ème} installation (période printanière) est : le 21/03/2018 (intervalle d'un mois).

- ✓ Date de 1^{ère} récupération : 20/04/2018 ;
- ✓ Date de 2^{ème} récupération : 20/05/2018.

III-2-2-Piégeage massif

Le piège est une bouteille en plastique entourée à l'extérieur par une bande jaune pour attirer les mouches (attraction visuelle).contienne une solution de Sulfate d'ammonium ($N_2H_8SO_4$) 20 g par $\frac{1}{2}$ d'eau pour l'attraction alimentaire. Chaque bouteille est ensuite suspendue à une branche de grenadier (**Fig n°20**).

Pour capturé les insectes, nous avons utilisé 20 pièges (10 pour chaque verger). Les pièges sont laissés pendulés sur les arbres pendant une durée de 30 jours.



Figure n°20 : Le piège massif (photo originale).

- **Les dates du les installations et les récupérations du pièges massifs**

L'installation des pièges s'effectuée dans la période hivernale entre le mois de décembre et janvier.

Les installations et les récupérations des pièges massifs dans les deux stations, sont s'effectuée dans les mêmes dates des installations et les récupérations des pièges à phéromones.

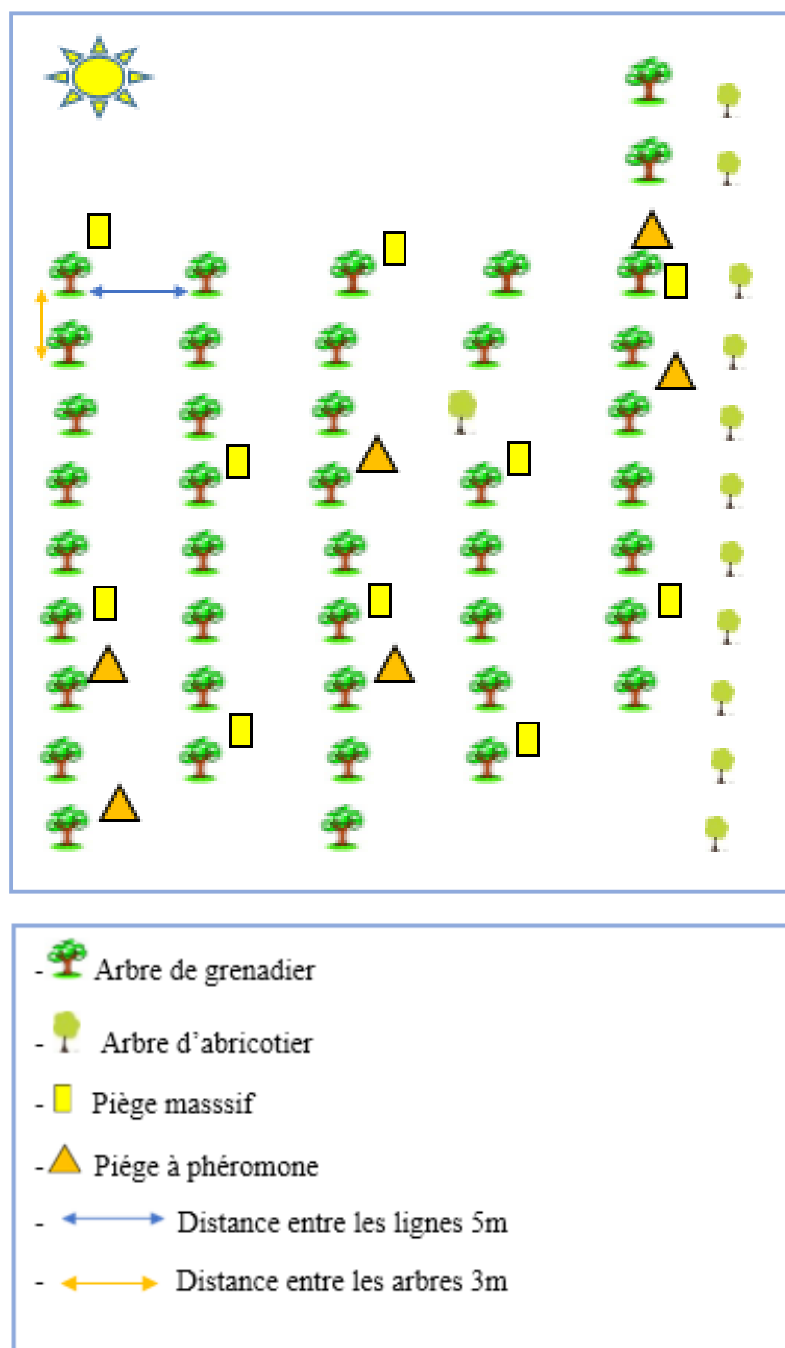


Figure n°21 : Plan d'échantillonnage dans la grenadieraie de Boukhmissa.

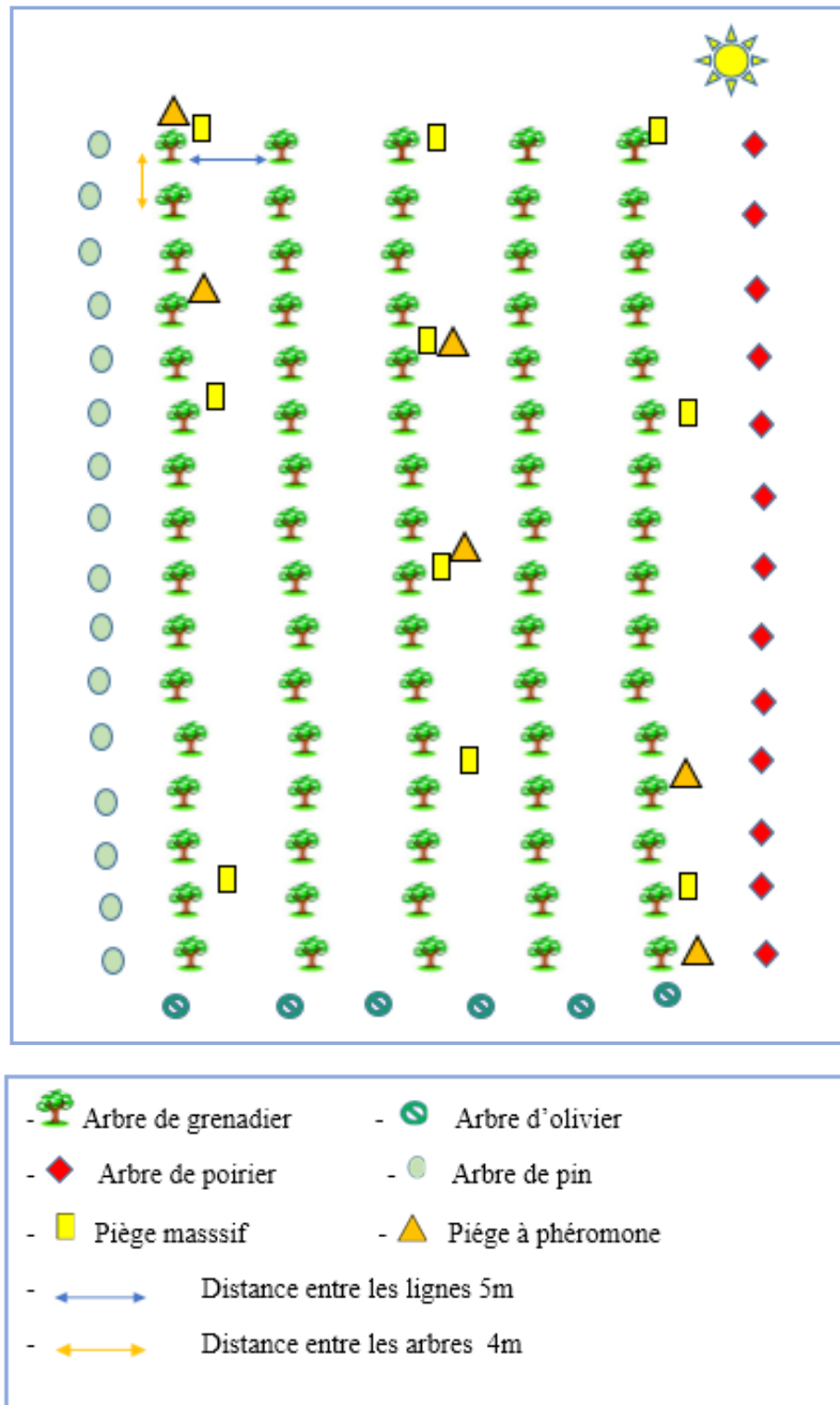


Figure n°22 : Plan d'échantillonnage dans la grenaderaie d'Ouled Addi.

III-3- Identification des échantillons biologiques au laboratoire

Après avoir récolté les espèces d'arthropodes sur terrain, nous les conservons dans des tubes contenant de l'alcool à 70 % sur lesquels sont mentionnés le type de piège,

la date, le lieu de récolte, et toutes informations utiles. Ces tubes sont ramenés au laboratoire pour la détermination taxonomique des arthropodes capturés. L'identification est assurée par Dr. Khaldi M. et Dr. Barech G. (Maîtres de Conférences A au département des sciences agronomiques, Université de M'sila)

La procédure de reconnaissance des taxons nécessite l'utilisation d'une loupe binoculaire et le recours aux guides spécifiques pour l'identification taxonomique des arthropodes comme : Delvar et Aberlenc (1989), Séguy (1926 ; 1934 ; 1940), Goulet et Huber (1894), Charles Watt (1983), Kreiter (2008), Borror et White (1970), Bernard (1968), et quelques sites électroniques spécialisés.

III-4-Exploitation des résultats

Afin d'exploiter les résultats relatifs aux espèces inventoriées, nous avons utilisé des indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

La mesure de la richesse taxonomique, la diversité et l'équitabilité sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale des peuplements diffère ou de l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents (**Barbault, 1995**)

III-4-1- Qualité de l'échantillonnage

D'après **Blondel (1979)**, 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 relevées.

Ce quotient tend vers zéro s'il est égal à zéro, on peut dire que l'inventaire qualitatif est réalisé avec précision (**Blondel, 1979**).

III-4-2- Indices écologiques de composition

La richesse totale (**S**) et moyenne (**Sm**), l'abondance relative (**AR%**) et la fréquence d'occurrence (**FO%**) sont les indices écologiques de composition qui sont appliqués dans la présente étude.

III-4-2-1-Richesse totale (S)

La richesse totale (**S**) représente l'un des paramètres fondamentaux qui caractérisent un peuplement. C'est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré

dans un biotope donné (**Ramade, 2003**). C'est un indice facile à calculer, largement adopté par tous et disposant d'une documentation accessible pour des fins de comparaison. Seulement cette richesse donne le poids pour toutes les espèces du peuplement.

III-4-2-2-Richesse moyenne (Sm)

La richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. Elle s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements (**Ramade, 2003**).

Elle est donnée par la formule suivante :

$$S_m = \Sigma S / N$$

Sm : Richesse moyenne ;

S : Richesse de chaque relevé ;

N : Nombre de relevés.

III-4-2-3-Abondance relative (AR%)

Appelée aussi fréquence centésimale, elle est exprimée en pourcentage et permet d'évaluer le nombre d'individus d'une espèce, d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre (**N_i**) par rapport à l'ensemble des peuplements toutes espèces confondues (**N**) dans un inventaire faunistique (**Faurie et al.2003**).

Elle est donnée par la formule suivante :

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

AR% : Abondance relative ;

N_i : Nombre d'individu de l'espèce (**i**) rencontrée ;

N : Nombre total des individus de toutes les espèces.

III-4-2-4-Fréquence d'occurrence (FO%)

C'est le rapport exprimé en pourcentage du nombre des relevés contenant l'espèce (**P_i**) prise en considération par rapport au nombre total des relevés (**P**) (**Dajoz, 1982**).

D'après **Faurie et al. (2003)**, elle est définie comme suit :

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

Fo % : Fréquence d'occurrence ;

P_i : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée ;

P : Nombre total de relevés effectués.

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

- Des espèces omniprésentes si $Fo = 100 \%$;
- Des espèces constances si $75 \% \leq Fo < 100 \%$;
- Des espèces régulières si $50 \% \leq Fo < 75 \%$;
- Des espèces accessoires si $25 \% \leq Fo < 50 \%$;
- Des espèces accidentelles si $5 \% \leq Fo < 25 \%$;
- Des espèces rares si $Fo < 5 \%$.

III-4-3-Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure utilisés pour l'exploitation des résultats sont, l'indice de diversité de Shannon Weaver (**H'**) et la régularité ou équipartition (**E**).

III-4-3-1-Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon. Bien que l'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares présentent un poids beaucoup plus faible que les plus communes (**Ramade, 2003**). Sa formule est la suivante :

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

Où : $q_i = n_i / N$

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en unité bits ;

q_i : Fréquence relative de la catégorie des individus par rapport au nombre total des individus de toutes espèces confondues ;

n_i : Nombre total des individus de l'espèce (**i**) ;

N : Nombre total des individus de toutes les espèces.

III-4-3-2-Indice de diversité maximale (H'max.)

Il correspond à la valeur théorique la plus élevée possible du peuplement (**Muller, 1985**). Il est calculé par la formule suivante :

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

S : Richesse totale.

III-4-3-3-Equitabilité (E)

L'indice l'équitabilité est le rapport entre la diversité effective de la communauté et sa diversité théorique maximale (**Blondel, 1979**). Elle est obtenue par la formule suivante :

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

Elle informe sur la structure de la population étudiée. Elle varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond presque à une seule espèce du peuplement et elle tend vers 1 quand chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (**Ramade, 2003**)

Chapitre IV

Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

VI-1-Résultats de l'étude floristique

Le tableau ci-dessous présente la liste des espèces végétales rencontrées dans les deux stations d'étude.

Tableau n°8 : Liste des espèces végétales rencontrées dans les stations d'études :

Familles	Espèces	Verger (1)	Verger (2)
Amaranthaceae	<i>Chenopodium chenopodioides</i> (L.) Aellen	+	-
	<i>Chenopodium vulvaria</i> L.	+	-
	<i>Chenopodium album</i> L.	-	+
	<i>Atriplex halimus</i> L.	-	+
	<i>Salsola sp</i>	-	+
	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	-	+
	<i>Suaeda fruticosa</i> (L.) Forssk.	-	+
	<i>Salsola vermiculata</i> L.	-	+
Asteraceae	<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.	+	+
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	-	+
	<i>Anthemis stiparum</i> Pomel	+	+
	<i>Lactuca sp</i>	+	-
	<i>Reichardia sp</i>	+	+
	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	-	+
	<i>Centaurea sp</i>	+	-
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+
	<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC.	+	+
	<i>Diploaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.	-	+
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i> L.	+	+
	<i>Bromus madritensis</i> L.	+	+
	<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Asch. & Schweinf.	+	+
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	+	-

Fabaceae	<i>Astragalus armatus</i> Willd.	-	+
Nitrariaceae (Zygophyllaceae)	<i>Peganum harmala</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.	+	+

-Absence, + présence, Verger 1 : Ouled Slema , Verger 2 : Ouled Addi

Un totale de 29 espèces végétales recensées dans les deux grenadrais. Ces plantes sont réparties sur 12 familles botaniques, dont la famille des Amaranthaceae est le mieux représenté avec 9 espèces. Suivi par les Asteraceae qui sont représenté avec 8 espèces, les Bracicaceae et les Poaceae viennent en troisième rang avec 3 espèces pour chacune, et les autres familles sont faiblement notées et ne dépassent pas une seule espèce par famille. Concernant l'abondance des plantes adventices, on a remarqué qu'il y a 4 espèces dominantes dans les deux vergers à savoir : *Anthemis stiparum* Pomel. (Asteraceae), *Raphanus raphanistrum* L. et *Moricandia arvensis* (L.) DC. (Bracicaceae) et *Reichardia sp* (Asteraceae).

VI-2- Résultats de l'étude entomologique

Nous présentons ci-dessous les résultats des pièges à phéromones suivis par ceux des pièges Olike.

VI-2-1-Résultats de la capture de *Ceratitis capitata* par le piège à phéromone

Dans ce qui va suivre, on va présenter les résultats concernent ; l'évolution du nombre des individus de *C. capitata* durant la période de l'expérimentation. Une comparaison entre le nombre des deux sexes est faite ainsi que la distribution du nombre d'individus des individus de cératite capturés selon les directions choisies.

VI-2-1-1-Etude de l'évolution du nombre des individus de la cératite dans les deux vergers

Généralement dans les deux stations d'étude la capture de la cératite est limitée à la période automnale, avec un total relativement élevé qui a atteint 1444 individus soit une capture de 1056 individus dans le verger (1) et 388 individus dans le verger (2).

- Verger (1) :

Tableau n° 9 : Evolution du nombre des individus de la cératite capturé par le piège à phéromone durant trois périodes dans le verger (1) :

Verger (1)		
Dates des sorties		Total
Période automnale (intervalle d'une semaine)	De 12/10/2017 à 20/10/2017	514
	De 20/10/2017 à 27/10/2017	334
	De 27/10/2017 à 03/11/2017	150
	De 03/11/2017 à 10/11/2017	58
Période hivernale (intervalle d'un mois)	De 09/12/2017 à 12/01/2018	0
	De 12/01/2018 à 10/02/2018	0
Période printanière (intervalle d'un mois)	De 20/03/2018 à 19/04/2018	0
	De 19/04/2018 à 19/05/2018	0

Pour le verger (1), les captures les plus élevées ont été enregistrés au cours de la première semaine de l'installation des pièges au sein de la période automnale soient 514 individus. Après la première semaine nous avons constaté une diminution brusque des effectifs. La dernière semaine automnale enregistre une capture de 58 individus. Alors qu'aucune capture n'a été signalée dans les deux périodes d'hiver et de printemps (**Fig. n°23**).

En comparaison avec une étude réalisée par **Fahad et al., (2014)** sur la bio-écologie de la cératite sur rosacées dans la région de Sefrou (Maroc), où ils utilisent des pièges à phéromones de type Maghreb-Med sur les différentes espèces et variétés susceptibles de constituer des hôtes potentiels pour la cératite. Sur grenadier, également un effet significatif du facteur saison a été enregistré. Les premières captures ont été enregistrées la première semaine de l'installation des pièges pour atteindre le 21 octobre 2003 un maximum de 77 ± 0.01 adultes/piège/semaine. La présence des adultes sur grenadier était limitée à la période automnale au cours de laquelle les captures journalières sont très élevées, mais ceci n'a présenté aucun danger car il n'existait dans la parcelle que les fruits restants après récolte.

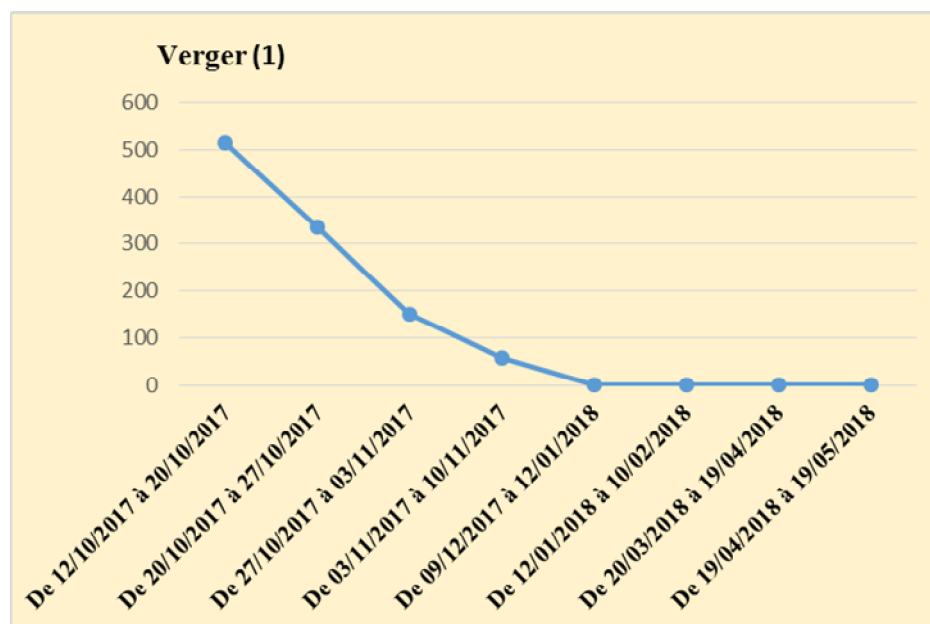


Figure n°23 : Evolution du nombre des individus de capturés de la cératite par le piège à phéromone dans le verger (1).

- **Verger (2) :**

Tableau n°10 : Evolution du nombre des individus de la cératite capturé par le piège à phéromone durant trois périodes dans le verger (2) :

Verger(2)		
Dates des sorties		Total
Période automnale (intervalle d'une semaine)	De 13/10/2017 à 21/10/2017	113
	De 21/10/2017 à 28/10/2017	97
	De 28/11/2017 à 04/11/2017	132
	De 04/11/2017 à 11/11/2017	43
période hivernale (intervalle d'un mois)	De 11/12/2017 à 13/01/2018	0
	De 13/01/2018 à 10/02/2018	0
période printanière (intervalle d'un mois)	De 20/03/2018 à 19/04/2018	0
	De 19/04/2018 à 19/05/2018	0

De même pour le verger (2), les captures de la cératite sont limitées à la période automnale. Le nombre d'individus capturés dans la première semaine atteint 113 individus, puis il diminue jusqu'à 97 individus dans la deuxième semaine. La semaine d'après, le nombre des captures remonte à 132 individus, ce qui indique qu'une nouvelle génération apparaisse. La dernière semaine automnale enregistre une diminution du nombre des captures avec 43 individus (**Fig. n°24**).

Ce résultat montre que le piège à phéromone est très efficace pour le suivi de la dynamique des populations de la Cératite.

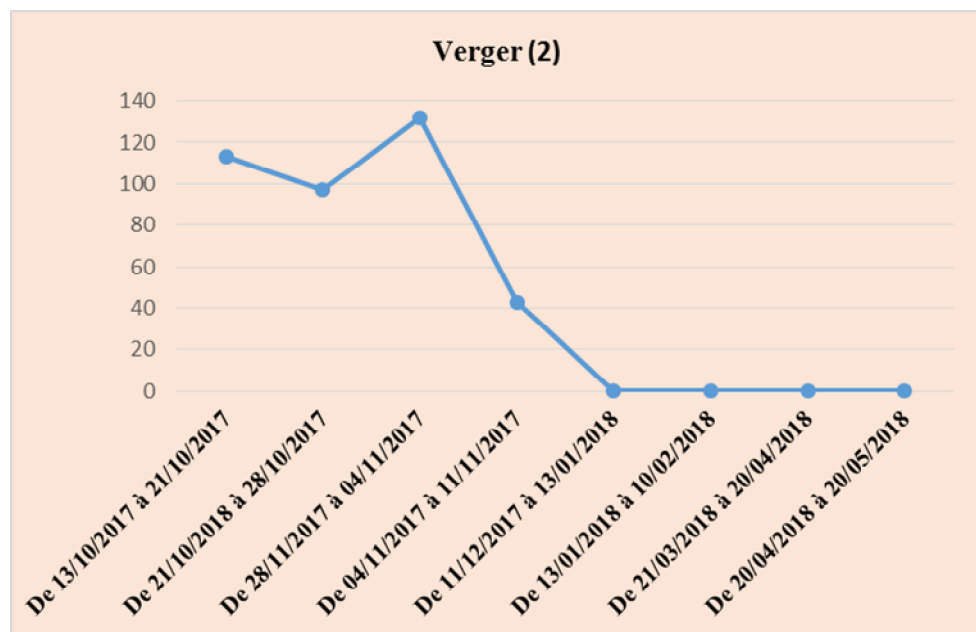


Figure n°24 : Evolution du nombre des individus de capturés de la cératite par le piège à phéromone dans le verger (2).

VI-2-1-2-Comparaison entre le nombre des deux sexes des cératites capturés par piège à phéromone dans les deux vergers

Tableau n°11 : Nombre d'individus des deux sexes de *C. capitata* capturé dans les deux vergers :

La période	Verger (1)		Verger (2)	
	M	F	M	F
période autumnale	513	1	110	3
	334	0	94	3
	150	0	128	4
	58	0	41	2
période hivernale	0	0	0	0
	0	0	0	0
période printanière	0	0	0	0
	0	0	0	0
Total	1055	1	373	12

Selon le (Tab.n°11), nous avons enregistré un nombre de capture de 1055 individus mâles vs une seule femelle dans le premier verger, et dans le deuxième verger 373 individus mâles vs 12 femelles.

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que durant la période d'étude, le piège à phéromone a permis la capture d'un nombre de mâles hautement supérieure à celui des femelles dans les deux vergers (Fig. n°25). Nos résultats concordent avec ceux de plusieurs auteurs à l'égard de **Ali Ahmed-Sadoudi *et al.*, (2008)**, **Fahad *et al.*, (2014)** et **Settaoui (2016)**. Ceci pourrait être expliqué par le fait que le modèle de la capsule à phéromone utilisé dans cette étude attire spécifiquement les mâles, mais il peut capturer aussi quelques femelles.

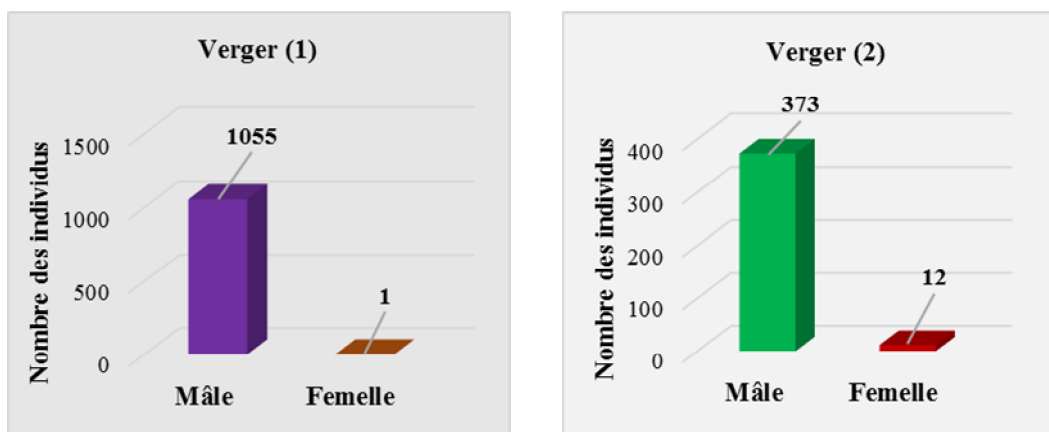


Figure n°25 : Nombre d'individus mâles et femelles capturés dans les deux vergers grâce aux pièges à phéromones.

VI-2-1-3- Nombre d'individus de la cératite capturés grâce aux pièges à phéromones en fonction des directions choisies

Nous présentons dans le tableau ci-dessous la distribution du nombre d'individus de la cératite échantillonnés par le biais des pièges à phéromones en fonction des trois directions choisies à savoir : Nord, Sud et Centre.

Tableau n°12 : Nombre d'individus de la cératite capturés grâce aux pièges à phéromones en fonction de trois directions :

Directions	Verger (1)			Verger (2)		
	S	C	N	S	C	N
Nombre d'individus	605	428	23	141	116	131

S : Sud, C : Centre, N : Nord

Dans chaque verger, 2 pièges ont été déposés au Centre pour suivre les taux d'infestation du verger par la cératite. En outre 4 pièges ont été déposés aux périphéries du verger (soient 2 au Nord et 2 au Sud) pour prévoir les infestations venant de l'extérieur du verger.

On a remarqué que les pièges qui ont été déposés au Sud donnent plus de résultats que ceux déposés dans d'autres directions dans les deux vergers. La direction sud enregistre un total de 605 individus dans le verger (1) vs 141 individus dans le verger (2).

En second rang nous notons la capture par les pièges qui ont été déposés au Centre soient 428 individus dans le verger (1) vs 141 individus dans le verger (2) (**Fig. n°26**). Par contre les résultats de **Fahad et al., (2014)** divergent avec les nôtres car les captures les plus élevées ont été enregistrées dans les pièges du centre. L'emplacement du piège à phéromone au centre de la parcelle s'avère intéressant afin d'alerter l'agriculteur sur l'évolution et la dynamique des effectifs du ravageur en question.

Dans le verger (1) le nombre des individus capturés par les pièges à phéromones du Centre occupe la deuxième position avec 428 individus vs 23 individus capturés par les pièges du Nord. Par contre dans le verger (2), nous notons que 141 individus sont échantillonnés par les pièges du Centre vs 131 individus par les pièges du Nord.

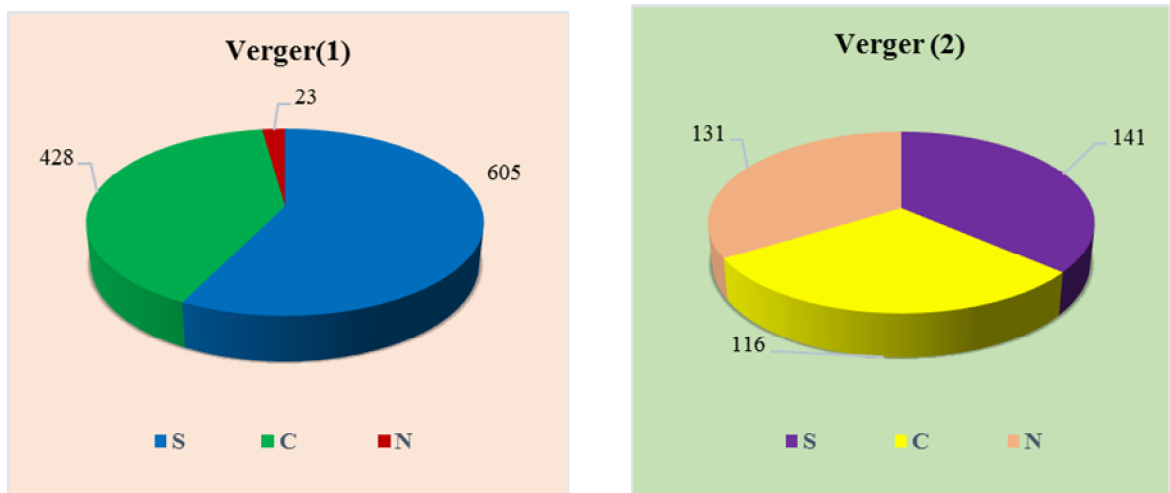


Figure n°26 : Nombre d'individus de cératite capturés en fonction des directions dans les deux vergers.

VI-2-2-Résultats de la capture des insectes par le piège massif

Les résultats portant essentiellement sur l'entomofaune échantillonnée dans les deux grenadrais grâce à un piège Oripe durant les deux mois de l'hiver (Décembre 2017 et Janvier 2018), ces résultats sont soumis au test de la qualité d'échantillonnage avant d'être traités par des indices écologiques de structures et de composition, ainsi qu'une estimation des effectifs de la cératite sera faite, et quelques réflexions sur les groupes fonctionnelles des arthropodes capturés par ce piège.

VI-2-2-1- Inventaire des Insectes capturées par le piège massif

Le **Tableau n° 13** représente une liste globale des espèces d’Insectes capturées par les pièges Olipe pendant deux mois (Décembre 2017 et Janvier 2018) dans les deux stations.

Tableau n°13 : Inventaire des espèces d’insectes capturées dans les deux stations par le piège Olipe :

Classe	Ordres	Familles	Espèces
Insecta	Diptera	Tephritidae	<i>Tephritis praecox</i>
			<i>Ceratitis capitata</i>
		Drosophilidae	<i>Zaprionus sp</i>
		Sciaridae	<i>Bradysia sp</i>
		Chloropidae	<i>Chlorops sp</i>
		Phoridae	Phoridae esp. Ind
		Syrphidae	<i>Eupeodes liniger</i>
		Carnidae	<i>Meoneura sp</i>
			Carnidae esp. Ind
		Antomyiidae	<i>Antomya sp</i>
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole pallidulla</i>
			<i>Camponotus thoracicus</i>
		Braconidae	Braconidae esp. Ind
		Halictidae	<i>Lasioglossum sp</i>
		Eucoilidae	Eucoilidae esp. Ind
			<i>Aganaspis sp</i>
		Ichneumonidae	Ichneumonidae esp. Ind
		Eulophidae	Eulophidae esp. Ind
	Mutilidae	Mutilidae esp. Ind	
	Pteromalidae	<i>Cleonymus sp</i>	
	Coleoptera	Anthicidae	Anthicidae esp. Ind
		Nitidulidae	<i>Carpophilus lugubris</i>
		Bruchidae	<i>Bruchus sp</i>
	Thysanoptera	Thysanoptera fam. ind	Thysanoptera esp. Ind
		Thripidae	<i>Thrips sp</i>
		Aeolothripidae	Aeolothripidae esp. Ind
	Heteroptera	Anthocoridae	<i>Orius viscinus</i>

Au niveau de nos stations d'étude durant les deux mois de l'hiver (Décembre 2017 et Janvier 2018), 27 espèces sont recensés englobant 70 individus, appartenant à la classe des Insecta, au sein de 5 ordres et de 24 familles. Les deux ordres des Diptères et Hyménoptères sont les mieux représentés avec 10 espèces pour chacun. Ils sont suivis par les

Coléoptères et les Thysanoptères avec 3 espèces pour chacun. Enfin, l'ordre Heteroptera occupe la dernière place avec une seule espèce capturée (**Tab. n°13**).

En comparaison avec l'étude menée par **Aouari (2017)** sur l'entomofaune associée au grenadier dans 2 vergers à El kharza dans la région de Boussaâda sur une période de 8 mois (Octobre 2016 à Mai 2017), le piège Olipe a permis de capturer 14 espèces appartenant à 2 classes (Arachnida et Insecta) et à 6 ordres. L'ordre le plus dominant été celui des Diptera représenté par 14 espèces identifiées.

VI-2-2-2- Exploitation des résultats

Pour tester la fiabilité des résultats obtenus, ces derniers sont soumis au test de la qualité d'échantillonnage, et aux indices écologiques de composition et de structure qui sont considérés comme des tests statistiques non paramétriques.

VI-2-2-2-1- Qualité d'échantillonnage

La liste des espèces piégées une seule fois en un seul exemplaire dans les deux stations au cours de 20 relevés (10 pour chaque verger), est présentée dans le (**Tab n°14**).

Tableau n° 14 : Liste des espèces piégées une seule fois en un seul exemplaire grâce aux pièges Olipe :

Classe	Ordres	Familles	Espèces	Verger (1)	Verger (2)
				Ni	Ni
		Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	1	-
		Drosophilidae	<i>Zaprionus sp</i>	1	-
		Carnidae	Carnidae esp. Ind	1	-
		Antomyiidae	<i>Antomya sp</i>	1	-
	Hymenoptera	Eulophidae	Eulophidae esp. Ind	1	-
		Eucoilidae	Eucoilidae esp. Ind	1	-
			<i>Aganaspis sp</i>	-	1
		Formicidae	<i>Pheidole pallidulla</i>	-	1
			<i>Camponotus thoracicus</i>	-	1
		Braconidae	Braconidae esp. Ind	-	1
		Halictidae	<i>Lasioglossum sp</i>	-	1
	Ichneumonidae	Ichneumonidae esp. Ind	-	1	
	Coleoptera	Anthicidae	Anthicidae esp. Ind	-	1
		Nitidulidae	<i>Carpophilus lugubris</i>	1	-
		Bruchidae	<i>Bruchus sp</i>	1	-
	Thysanoptera	Thysanoptera fam. Ind	Thysanoptera esp. Ind	-	1
		Thripidae	<i>Thrips sp</i>	-	1
	Heteroptera	Anthocoridae	<i>Orius viscinus</i>	-	1

-Absence, Ni : nombre d'individu.

Tableau n°15 : Qualité d'échantillonnage des espèces d'insectes piégées par les pièges Olipe :

	Verger (1)	Verger (2)
a	8	10
N	10	10
a/N	0,8	1

a : Nombre d'espèces vue une seule fois en un seul exemplaire ;

N : Nombre de piège Olipe ;

a/N : Qualité d'échantillonnage.

Un totale de 18 espèces vues une seule fois en un seul exemplaire au cours de 20 relevés dans les deux stations. Le rapport a/N est pour les deux vergers est de 0.8 et 1 respectivement pour le verger 1 et le verger 2 (**Tab. n°15**). De ce fait nous pouvons déduire que l'effort d'échantillonnage est insuffisant d'où la nécessité d'augmenter le nombre de relevés (pièges Olipe) sur terrain. Selon **Aouari (2017)**, les valeurs de la qualité d'échantillonnage variaient entre 0,7 à 1,4. La plupart des espèces vues une seule fois dans les pièges Olipe au niveau des deux vergers appartiennent à l'ordre des Diptera, soit 9 espèces pour le verger (1) et 3 espèces pour le verger (2)

VI-2-2-2-2- Indices écologiques de composition

VI-2-2-2-2-1- Richesse spécifique totale et richesse moyenne

Le tableau suivant présente les richesses totales et moyennes dans les deux vergers.

Tableau n°16 : Richesse totale et moyenne des espèces trouvées dans les deux vergers grâce aux pièges Olipe :

	Verger (1)	Verger (2)
Richesse totale (S)	14	15
Richesse moyenne (Sm)	1,9	3,1

S : Richesse totale ;

Sm : Richesse moyenne.

La richesse totale trouvée dans les deux vergers est de 14 et 15 espèces respectivement pour le verger (1) et le verger (2) (**Tab. n°16**). Ces valeurs sont inférieures à celles mentionnées par **Aouari (2017)** qui note une richesse de (20 vs 17 espèces

respectivement pour les vergers 1 et 2). La différence n'est pas trop importante mais nous pouvons l'expliquer comme même par le fait que les deux grenaderaies d'El Kharza sont biologiques et très âgés (l'un est centenaire l'autre a été créée en 1972).

La richesse moyenne des arthropodes piégés dans le verger (1) est de 1,9 alors que celle du verger (2) elle est de 3,1 (**Tab n°16**). Déjà **Aouari (2017)** a signalé une richesse moyenne de 3,2 et 3,9 respectivement dans le verger1 et le verger 2. Une autre étude a été réalisé par **Bouaicha (2017)** mais avec l'installation d'autres types de pièges à savoir les pièges colorés dans des grenaderaies à Ouargla. Cette technique a permis d'inventorier 13 espèces ($S_m = 1,75$) dans la station 1, alors que dans la station 2 la richesse totale été de 12 espèces ($S_m = 1,58$) et la capture dans station 3 n'a donné que 5 espèces ($S_m = 0,58$).

VI-2-2-2-2- Abondances relatives des arthropodes piégés par le Piège Olike

Un total de 27 espèces est capturé grâce aux pièges Olike dans les deux stations et qui appartiennent à une seule classe qui est la classe des Insecta.

VI-2-2-2-2-1- Abondances relatives en fonction des ordres

Les abondances relatives des insectes capturés dans les pièges Olike au niveau des deux stations d'étude en fonction des ordres sont notées dans le (**Tab n°17**).

Tableau n°17 : Abondances relatives (AR%) des insectes capturées dans les pièges Olike en fonction des ordres :

Ordres	Verger(1)	Verger(2)
Diptera	52,4	67,3
Hymenoptera	28,6	12,2
Coleoptera	9,5	2
Thysanoptera	9,5	16,3
Heteroptera	-	2

Un total de 4 ordres d'invertébrés est recensé dans le verger (1) vs 5 ordres pour le verger (2). Parmi les ordres d'insectes ce sont les Diptera qui dominent dans les deux vergers avec 52,4 et 67,3 % respectivement pour le verger 1 et 2. Cet ordre est suivi dans le verger (1) par celui des Hymenoptera (28,6 %) et par celui des Coleoptera et des Thysanoptera (9.5 % pour chacun).

Par contre dans le verger (2) c'est l'ordre des Thysanoptera qui vient en deuxième position (16.3 %) suivi par les Coleoptera et les Heteroptera qui sont faiblement représentés avec (2 % pour chacun) (**Fig. n° 27**). **Aouari (2017)** a pu recenser 6 ordres grâce aux pièges Olike placés dans le verger (1) vs quatre ordres dans le verger 2. Le même auteur indique

que parmi les ordres présents dans les deux grenaderaies, celui des Diptera occupe le premier rang (AR=71,4 vs 74,3 %). Il est suivi par celui des Hymenoptera (AR=9,6 vs 12,3 %) et les Aranea (AR=9,5 vs 10,9 %). Les autres ordres interviennent faiblement.

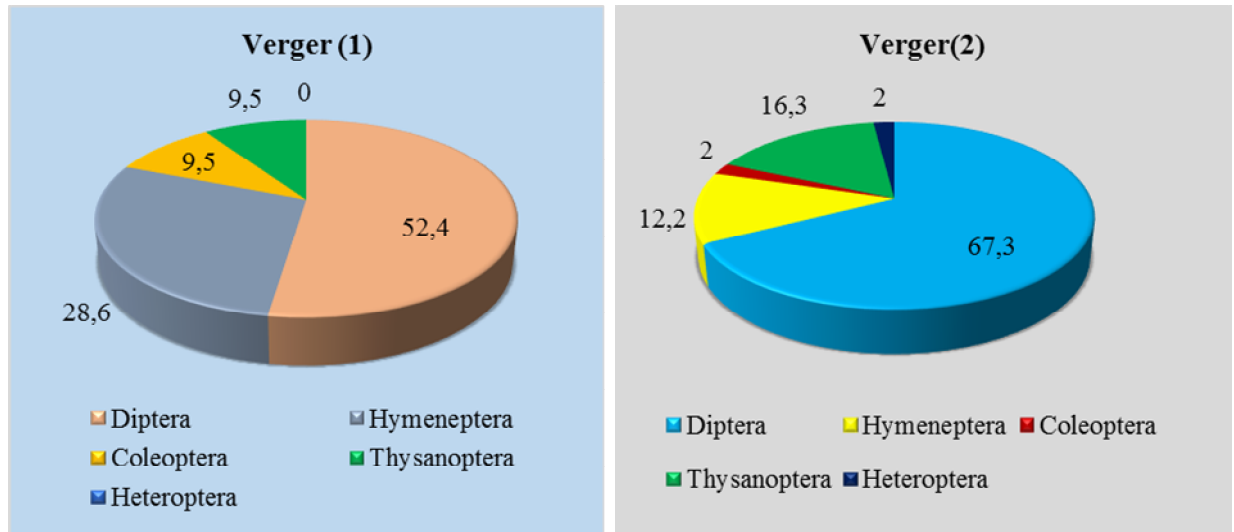


Figure n°27 : Abondances relatives des insectes capturés dans le piège Olipe en fonction des ordres.

VI-2-2-2-2-2- Abondances relatives en fonction des espèces

Les résultats portant sur les abondances relatives des espèces insectes capturés dans le piège Olipe dans les deux vergers sont présentés dans le **Tableau n°18**.

Tableau n°18 : Abondances relatives des espèces d'insectes capturés dans le piège Olipe :

Espèces	Verger (1)		Verger (2)	
	Ni	AR%	Ni	AR%
<i>Tephritis praecox</i>	-	-	10	20,41
<i>Ceratitis capitata</i>	1	4,76	-	-
<i>Zaprionus sp</i>	1	4,76	-	-
<i>Bradysia sp</i>	-	-	2	4,08
<i>Chlorops sp</i>	-	-	2	4,08
Phoridae esp. Ind	2	9,52	-	-
<i>Eupeodes liniger</i>	3	14,29	19	38,78
<i>Meoneura sp</i>	2	9,52	-	-
Carnidae esp. Ind	1	4,76	-	-
<i>Antomya sp</i>	1	4,76	-	-
<i>Pheidole pallidulla</i>	-	-	1	2,04

<i>Camponotus thoracicus</i>	-	-	1	2,04
Braconidae sp. Ind	-	-	1	2,04
<i>Lasioglossum sp</i>	-	-	1	2,04
<i>Aganaspis sp</i>	-	-	1	2,04
Ichneumonidae esp. Ind	-	-	1	2,04
Eulophidae esp. Ind	1	4,76	-	-
Eucoilidae esp. Ind	1	4,76	-	-
Mutilidae esp. Ind	2	9,52	-	-
<i>Cleonymus sp</i>	2	9,52	-	-
Anthicidae esp. Ind	-	-	1	2,04
<i>Carpophilus lugubris</i>	1	4,76	-	-
<i>Bruchus sp</i>	1	4,76	-	-
Thysanoptera esp. Ind	-	-	1	2,04
<i>Thrips sp</i>	-	-	1	2,04
Aeolothripidae esp. Ind	2	9,52	6	12,24
<i>Orius viscinus</i>	-	-	1	2,04

- Absence, AR% : Abondance relative, Ni : Nombre d'individu.

Dans les deux vergers d'étude l'espèce *Eupeodes liniger* de la famille de Syrphidae est la plus dominante avec (14,29%) dans le verger (1) et (38,78%) dans le verger (2).

Pour le verger (1), cinq espèces viennent après *Eupeodes liniger* dont leur abondance relative est AR = 9,52%. Le reste des espèces occupe un rang inférieur avec une abondance relative AR = 4,76% (**Fig n°28**). Par contre pour le verger (2), l'espèce qui occupe la deuxième position après *Eupeodes liniger* est *Tephritis praecox*. C'est une espèce de la famille des Tephritidae (mouches des fruits) avec (AR% = 20,41%). Elle est suivie par une espèce de la famille des Aeolothripidae avec (AR% = 12.24%). Le reste des espèces est faiblement représenté ($2.04 \leq AR\% \leq 4.08$) (**Fig. n°29**).

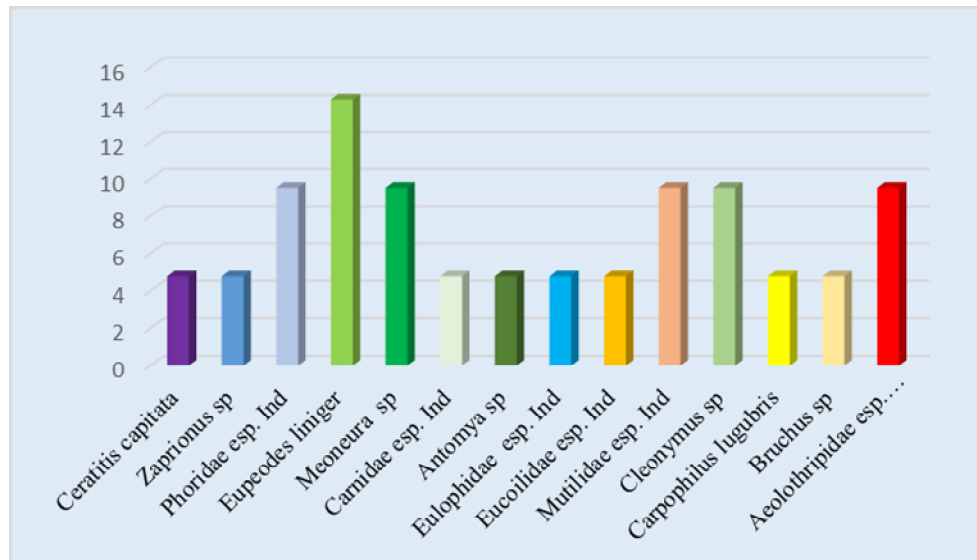


Figure n°28 : Abondances relatives (AR%) des espèces d’insectes dans les pièges Olipe au verger (1).

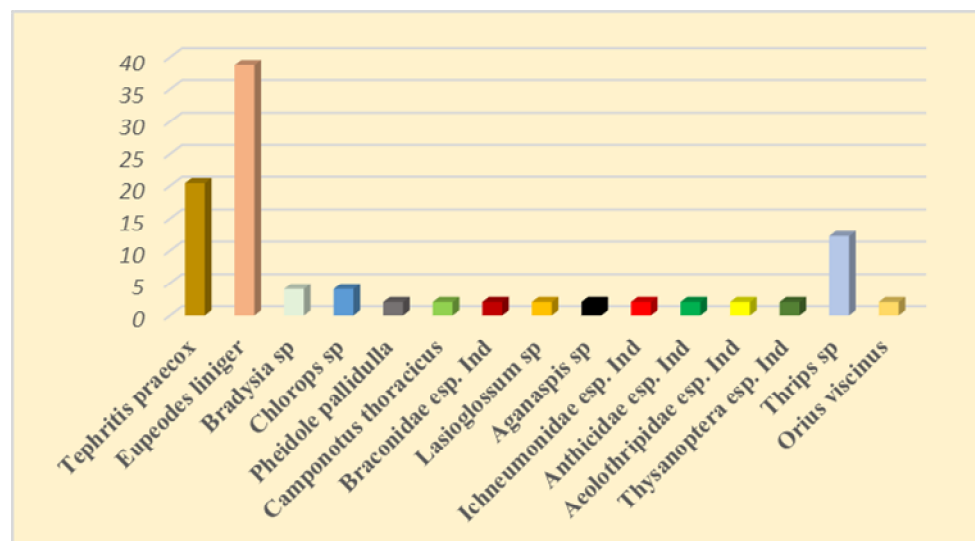


Figure n°29 : Abondances relatives (AR%) des espèces d’insectes dans les pièges Olipe au verger (2).

VI-2-2-2-3- Fréquence d’occurrence FO%

Les fréquences d’occurrences des espèces d’insectes capturées dans les pièges Olipe au niveau des deux vergers sont notées dans les **Tableaux n°19 et n°20**.

- **Verger (1)**

Les données concernant la fréquence d’occurrence calculée pour chaque espèce capturée dans le verger (1) sont portées dans le **Tableau n°19**.

Tableau n°19 : Fréquences d'occurrences des espèces capturées par les pièges Olipe dans le verger (1) :

Famille	Espèces	Verger (1)		
		Pi	FO%	Catégorie
Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	1	10	Accidentelle
Drosophilidae	<i>Zaprionus sp</i>	1	10	Accidentelle
Phoridae	Phoridae esp. Ind	2	20	Accidentelle
Syrphidae	<i>Eupeodes liniger</i>	2	20	Accidentelle
Carnidae	<i>Meoneura sp</i>	2	20	Accidentelle
	Carnidae esp. Ind	1	10	Accidentelle
Antomyiidae	<i>Antomya sp</i>	1	10	Accidentelle
Eulophidae	Eulophidae esp. Ind	1	10	Accidentelle
Eucoilidae	Eucoilidae esp. Ind	1	10	Accidentelle
Mutilidae	Mutilidae esp. Ind	2	20	Accidentelle
Pteromalidae	<i>Cleonymus sp</i>	2	20	Accidentelle
Nitidulidae	<i>Carpophilus lugubris</i>	1	10	Accidentelle
Bruchidae	<i>Bruchus sp</i>	1	10	Accidentelle
Aeolothripidae	Aeolothripidae esp. Ind	1	10	Accidentelle

Pi : Nombre d'apparition par espèce, FO% : Fréquence d'occurrence.

Pour le premier verger, les pièges Olipe permettent de recenser 14 espèces avec des fréquences d'occurrences variables entre 10 et 20%. En conséquent, toutes les espèces sont présentes accidentellement dans les pièges.

- **Verger (2)**

Les données concernant la fréquence d'occurrence calculée pour les espèces capturées dans le verger (2) sont portées dans le **Tableau n°20**.

Tableau n°20 : Fréquences d'occurrences des espèces capturées par les pièges Olipe dans le verger (2) :

Familles	Espèces	Verger (2)		
		Pi	FO%	Catégories
Thephritidae	<i>Tephritis praecox</i>	6	60	Régulière
Syrphidae	<i>Eupeodes liniger</i>	8	80	Constante
Sciaridae	<i>Bradysia sp</i>	2	20	Accidentelle
Chloropidae	<i>Chlorops sp</i>	2	20	Accidentelle
Formicidae	<i>Pheidole pallidulla</i>	1	10	Accidentelle
	<i>Camponotus thoracicus</i>	1	10	Accidentelle
Braconidae	Braconidae esp. Ind	1	10	Accidentelle
Halictidae	<i>Lasioglossum sp</i>	1	10	Accidentelle
Eucoilidae	<i>Aganaspis sp</i>	1	10	Accidentelle
Ichneumonidae	Ichneumonidae esp. Ind	1	10	Accidentelle
Anthicidae	Anthicidae esp. Ind	1	10	Accidentelle
Aeolothripidae	Aeolothripidae esp. Ind	3	30	Accessoire
Thysanoptera fam. ind	Thysanoptera esp. Ind	1	10	Accidentelle
Thripidae	<i>Thrips sp</i>	1	10	Accidentelle
Anthocoridae	<i>Orius viscinus</i>	1	10	Accidentelle

Pi : Nombre d'apparition par espèce, FO% : Fréquence d'occurrence.

Parmi 15 espèces recensées dans le verger (2), l'espèce *Eupeodes liniger* est la plus constante avec (FO = 80 %). Une seule espèce est régulière, il s'agit de *Tephritis praecox* avec (FO = 60%). Cette espèce est suivie par une espèce de Thysanoptère : *Aeolothripidae* esp. Ind (AR = 30%). C'est une espèce accessoire dans les pièges, Alors que toutes les autres espèces qui restent sont accidentelles.

Selon **Aouari (2017)** Il est à noter que le piège Olipe a permis de recenser 17 espèces, pendant le mois de février et de mai de l'année 2017, avec des abondances très variables comme celle de la mouche des fruits *Ceratitis capitata* qui était la plus dominante soit AR=40,5% et la plus constante soit FO = 80 %.

Nous concluons que ce type de piège est conçu pour la capture de toutes les espèces de *Tephritidae* par l'effet d'attraction alimentaire, mais tout dépend aussi de la dynamique des

populations de Tephritidae qui intimement liée à la saison et aux conditions climatiques. Aouari (2017) ajoute que l'espèce qui est classée après la cératite est une araignée Theridiidae esp. ind. (AR=7.1%). Cette espèce est accessoire dans les pièges avec une autre araignée Philodromidae esp. ind. Les autres espèces sont faiblement représentées ($2.4\% \leq AR\% \leq 4.8\%$) et sont accidentelles.

VI-2-2-2-3- Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure tels que l'indice de diversité de Shannon H', la diversité maximale H max et l'indice d'équitabilité E seront pris en considération. Ils permettent d'estimer la diversité des espèces capturées dans les stations d'étude (**Tab. n°21**).

Tableau n°21 : Indices de diversité de Shannon, de diversité maximale et de l'équitabilité appliquées aux espèces échantillonnées grâce aux pièges Olipe :

Indices	Verger (1)	Verger (2)
H' (bit)	3,69	2,89
H max (bit)	3,81	3,91
E	0.97	0,74

H' : Indice de diversité de Shannon – Weaver ;

H max : Diversité maximal exprimé ;

E : Indice d'équitabilité.

Le tableau ci-dessus indique que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver enregistrées dans les deux vergers de grenadier sont élevées (3,69 pour le verger 1 et 2,89 pour le verger 2). Ce qui indique que ces vergers sont très diversifiés en espèces d'insectes.

Pour l'équitabilité, cet indice vaut 1 lorsque toutes les espèces d'un échantillon donné présentent la même abondance et 0 lorsqu'une seule espèce est présente dans l'échantillon (**Cordonnier et al., 2012**). Pour ce qui concerne l'équitabilité de nos résultats, les valeurs sont supérieures à 0.5 (E=0.97 et 0.74). Cela veut dire que les effectifs et les abondances des espèces recensées tendent à être en équilibre entre eux. **Aouari (2017)** a noté que les valeurs de diversité de Shannon enregistrées en février 2017 sont élevées. Une diversité importante est notée dans le verger 1 soit 3.43 bits. La valeur de l'équitabilité est supérieure à 0.5 dans le verger 1 (E=0.64) traduisant un déséquilibre entre les effectifs des espèces capturées. Par contre dans le verger 2 elle est inférieure à 0.5 (E=0.45) ce qui

implique que la régularité est réduite et les effectifs des espèces ne sont pas équitables dans la station d'étude.

VI-2-2-3- Résultats de la capture des cératites par les pièges Olike

Généralement cette méthode donne de bons résultats concernant la capture de la cératite, et elle est largement utilisée dans le monde pour le suivi des dégâts causés par ce ravageur.

Selon **Aouari (2017)**, Il est à noter que la mouche des fruits *Ceratitis capitata* est la plus dominante avec 40.5% et la plus constante (FO = 80 %). Ce type de piège est conçu pour la capture de toutes les espèces de Tephritidae.

Dans notre cas *Tephritis praecox* est une espèce de Tephritidae, occupant la deuxième position après *Eupeodes liniger* dans le verger (2), avec une abondance relative de (AR = 9.52%), et une fréquence d'occurrence de (FO = 60%). : part un seul individu capturé durant la première récupération, car la période de l'emplacement des pièges ne coïncidait pas avec la présence de la cératite sur terrain.

Par contre on a enregistré des très bons résultats par les pièges à phéromone dans la période automnale où le nombre des individus capturés a atteint 1444 individus dans les deux vergers, ce qui indique que la présence et l'abondance de la Cératite est lié aux facteurs climatiques et aux stades phénologiques de l'arbre (la maturité des fruits).

Selon **Roth (1971)**, il faut bien comprendre que les résultats des captures seront inutilisables si l'on ne choisit pas et qu'on ne dispose pas les pièges compte tenu du comportement des insectes considérés. Il faut donc étudier le comportement des Insectes intéressés en fonction du maximum compatible de facteurs abiotiques du milieu, comme la température et l'hygrométrie.

VI-2-2-4- Aperçue sur les groupes fonctionnels d'arthropodes capturés par le piège Olike

En ce qui concerne la classification par groupes fonctionnels des espèces capturées par le piège Olike dans les deux grenaderais nous proposons le tableau ci-dessous.

Tableau n°22 : Groupes fonctionnels des insectes recensés dans les deux grenadaires :

Ordres	Familles	Groupes fonctionnels
	Tephritidae	Ravageurs potentiels
	Drosophilidae	Ravageurs potentiels
	Sciaridae	Saprophages
	Chloropidae	Prédateurs
	Phoridae	Parasitoïdes
	Syrphidae	Prédateurs
	Carnidae	Parasitoïdes
	Antomyiidae	Parasitoïdes
Hymenoptera	Formicidae	Prédateurs, granivores, omnivores
	Braconidae	Parasitoïdes
	Halictidae	Polinisateurs
	Eucoilidae	Parasitoïdes
	Ichneumonidae	Parasitoïdes
	Eulophidae	Parasitoïdes
	Mutilidae	Parasitoïdes
	Pteromalidae	Parasitoïdes
Coleoptera	Anthicidae	Granivores
	Nitidulidae	Ravageurs potentiels
	Bruchidae	Ravageurs
Thysanoptera	Thysanoptera fam. Ind	Ravageurs
	Thripidae	Ravageurs
	Aeolothripidae	Ravageurs
Heteroptera	Anthocoridae	Prédateurs

La lecture du tableau montre que les espèces entomologiques recensées appartiennent à différents groupes fonctionnels où les ennemis naturels (auxiliaires) sont nombreux par rapport aux ravageurs.

Selon **Bauce (2005)**, Les ennemis naturels sont très importants dans le cadre de la dynamique des populations d'insectes car non seulement ils sont souvent responsables du maintien des populations à l'état endémique mais ils répondent de diverses façons aux

changements de densité des populations. On regroupe dans les ennemis naturels les prédateurs, les parasitoïdes et les pathogènes.

Selon le **Tableau n° 22**, les parasitoïdes sont le groupe le plus abondant avec 9 familles. La plus part de ces familles appartiennent à l'ordre des hyménoptères et des diptères.

Les parasitoïdes sont des insectes qui vivent aux dépend d'autres insectes (hôtes). Il existe des parasites qui maintiennent leur hôte vivant, le plus longtemps possible, et ne le tuent qu'à la fin de leur développement, d'autres tuent leur victime avant de déposer leur œuf. Dans ce cas, la larve du parasite se développe sur ou dans un hôte mort, les parasitoïdes d'insectes appartiennent principalement à l'ordre des hyménoptères et dans une moindre mesure à celui des diptères (**Anonyme, 2005**).

VI-2-2-5- Aperçue sur quelques familles capturées dans les deux grenaderaies

VI-2-2-5-1- Les Diptères

- **La famille des Drosophilidae**

Les diptères de la famille des Drosophilidae comptent près de 3000 espèces réparties en 60 genres. D'une façon générale, les régions biogéographiques comportent des faunes de drosophiles bien contrastées. Si nombre de genres sont anciens, et de ce fait cosmopolites, les groupes d'espèces affines sont en revanche d'excellents indicateurs des affinités biogéographiques et des voies de migration. (**Lachaise et al., 1996**).

Les Drosophilidae sont de petits diptères bruns ou noirâtres, fréquents sur les matières décomposées ou à substances odorantes telles que l'éther acétique, les acides organiques, Les larves de certaines espèces sont aphidiphages et coccidiphages (**Roth, 1980**).

- **La famille des Sciaridae**

Certaines espèces de Sciaridae sont nuisibles en ce sens que leurs larves rongent les racines des plantes (blé, par exemple), d'autres sont nuisibles aux champignons de couches. Les larves du *Lycoria militaris* sont appelées "vers militaires" car on peut en observer "défilant" en colonies serrées, de plusieurs milliers d'individus, sur le sol, en forêt (**Roth, 1980**).

- **Syrphidae**

La famille des Syrphidés appartient à l'ordre des diptères. Ces mouches sont notamment connues pour leur ressemblance avec les hyménoptères (guêpes, bourdons et abeilles), dont elles miment non seulement l'apparence mais aussi parfois le comportement (**Van Veen, 2004**). Cette famille joue un rôle écologique majeur dans les écosystèmes, à différents stades du cycle de vie. Les adultes sont floricoles. Ils se nourrissent de pollen et de

nectar et sont considérés comme de bons pollinisateurs. Le mode de vie et le régime alimentaire des larves sont très variés (Thompson et Rotheray 1998).

VI-2-2-5-2- Les Hyménoptères

- **La famille des Braconidae**

Les Braconidae peuvent parasiter des insectes appartenant à des groupes variés mais leurs hôtes les plus communs sont les chenilles, les larves de coléoptères et les pucerons. Les parasitoïdes de pucerons sont minuscules tandis que d'autres Braconidae mesurent jusqu'à 1,5 cm. Chez certaines espèces, la larve sort juste avant la nymphose et fabrique un cocon sur le corps de l'hôte (Gourmel, 2014).

- **La famille des Ichneumonidae**

Ces insectes peuvent mesurer jusqu'à 4 cm. Leurs hôtes principaux sont les larves de lépidoptères (chenilles) et d'hyménoptères Symphytes, mais ils peuvent aussi parasiter des larves de coléoptères, diptères, hyménoptères, trichoptères, ainsi que des œufs d'araignées et des araignées adultes (Gourmel, 2014).

- **La famille des Pteromalidae**

Les Pteromalidae, famille très répandue avec plus de 5 000 espèces connues. Ce sont des parasites externes grégaires de larves et de nymphes de Coléoptères et de Lépidoptères (Roth, 1980).

VI-2-2-5-3- Les Coléoptères

- **La famille des Nitidulidae**

On les trouve le plus souvent sur les fruits, les charognes, les champignons, les arbres et les fleurs. Les adultes et les larves se nourrissent de la sève des arbres, du jus de fruits, des champignons en décomposition et des charognes. Les quelques espèces de dendroctones associées aux produits entreposés au Canada ne sont pas importantes sur le plan économique, mais certaines sont des ravageurs sérieux sur le terrain (Bousquet, 1990).

- **La famille des Anthicidae**

Cette famille, dont les adultes ressemblent à des fourmis, leurs membres se trouvent généralement sous les débris, les pierres et la litière de feuilles souvent près des cours d'eau ou des lacs ou sur les fleurs et le feuillage des arbres et des arbustes. Les adultes et les larves de nombreuses espèces sont des charognards qui se nourrissent de végétation en décomposition, de moisissures et d'insectes morts, ils se nourrissent aussi occasionnellement de petits arthropodes (Bousquet, 1990).

VI-2-2-5-4- Les Thysanoptères

- **La famille des Thripidae**

Les Thripidae à oviscapte cintré vers le bas et qui sont des phytophages parfois nuisibles aux cultures. Ils sont surtout floricoles, mais peuvent aussi s'attaquer aux feuilles d'arbres et aux graminées (**Roth, 1980**).

VI-2-2-5-5- Les Hétéroptères

- **La famille des Anthocoridae**

Sont essentiellement des prédateurs d'Arthropodes, bien que des tendances phytophages et même hématophages puissent se faire jour chez les premiers ; les Cîmicidae sont des hématophages ectoparasites temporaires d'animaux à sang chaud.

Les Anthocoridae, comme tous les Hémiptères entomophages, ponctionnent leurs proies et les vident à peu près complètement grâce à une digestion extraorale. Les stylets sont animés durant l'acte de piqûre d'un rapide mouvement de va-et-vient qui leur permet de dilacérer les tissus de la victime et de hâter ainsi l'effet de la salive ; celle-ci a par ailleurs une action paralysante qui facilite le travail de l'agresseur (**Péricart, 1972**).

VI-3- Problèmes majeurs abiotiques et biotiques observés dans les grenaderaies

VI-3-1- Problèmes abiotiques

L'éclatement des fruits est l'un des problèmes majeurs des grenadiers dans les stations d'étude et dans la région de M'sila en générale. L'irrigation irraisonnable, manque ou excès d'eau conduit à l'effondrement du tissu et la croûte de fruit et elle devient inconsommable (**Fig n°30**). Selon **Ben Khadra (1992)**, L'éclatement des fruits pouvant avoir plusieurs origines, ce phénomène continue à être l'un des problèmes majeurs surtout dans les oasis ou existant les contraintes de tour d'eau. Dans certain cas, on peut avoir 40 à 50% des fruits éclatés.

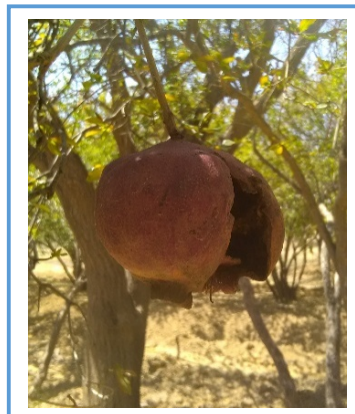


Figure n°30 : Eclatement des grenades (Photo originale).

VI-3-2- Problèmes biotiques

On a remarqué que le verger de Boukhmissa a subis une forte attaque par le puceron, probablement par l'espèce *Aphis punicae*, Leurs colonies couvertes plus de 30 % des boutons floraux et jeunes pousses (**Fig n°31**). Ce qui provoque déformations, décoloration des feuilles et le dessèchement des pousses, ainsi que la présence de miellat qui cause l'installation des fumagines par la suite.

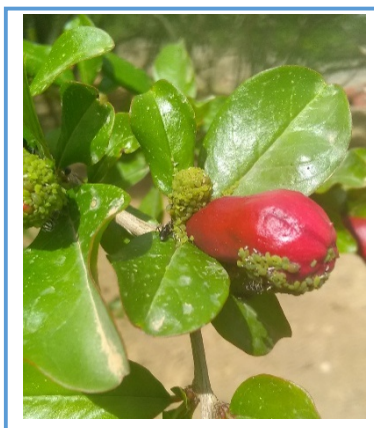


Figure n°31 : Attaques d'*Aphis punicae* sur des boutons floraux (**Photo originale**).

Conclusion

Conclusion générale

La présente recherche consiste à tester l'efficacité de deux types de pièges à savoir, le piège massif (piège Olipe) et le piège à phéromone (Gobe mouche) pour le contrôle de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*, dans deux grenadais : Boukhmissa et Ouled Addi dans la région de M'sila.

Cette étude est une contribution à la recherche et à la connaissance de certains paramètres bioécologiques de la cératite et sa dynamique sur le terrain. En outre, ce travail nous donne aussi une idée sur la biodiversité entomologique et floristique des grenadais. En fait il constitue une base de données sur les rôles et les relations des groupes fonctionnelles d'arthropodes vivant au sein de ces agroécosystèmes.

Concernant l'étude floristique, 29 espèces végétales sont recensées et réparties sur 17 familles botaniques. La famille des Chenopodiacees est la plus représentée sur le plan richesse spécifique avec 8 espèces végétales.

Les résultats concernant la capture de la cératite par le piège à phéromone est relativement élevé avec un total de 1444 individus dans les deux vergers. Généralement dans les deux stations d'études les captures de la cératite sont limitées à la période automnale, ou on a enregistré une succession de deux générations dans le verger (2). Ce qui montre que le piège à phéromone est très efficace pour le suivi de la population de Cératite.

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que durant la période d'étude, le piège à phéromone permet de capturer un nombre de mâles hautement supérieure à celui des femelles dans les deux vergers. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la phéromone de la capsule attire spécifiquement les mâles, comme il peut capturer aussi quelques femelles.

Dans chaque verger, 2 pièges ont été déposés au Centre pour suivre les taux de l'infestation du verger par la cératite, et 4 pièges ont été déposés aux périphéries (2 au Nord et 2 au Sud) pour prévenir les infestations venant de l'extérieur du verger. Nous avons remarqué par la suite que les pièges qui ont été déposés au Sud donnent plus de résultats que ceux déposés dans d'autres directions dans les deux vergers.

Concernant les résultats obtenus par les pièges Olipe durant les deux mois de l'hiver (Décembre et Janvier) dans les deux stations d'étude, 27 espèces sont recensées englobant 70 individus, appartenant à la classe des Insecta répartis sur 5 ordres et 24 familles. L'ordre des Diptères et Hyménoptères sont les mieux représentés avec 10 espèces pour chaque verger.

La richesse totale trouvée dans les deux vergers est de 14 espèces pour le verger (1) vs 15 espèces pour le verger (2). La richesse moyenne des arthropodes piégés dans le verger (1) est de 1,9 alors que dans le verger (2) elle est de 3,1.

Dans les deux vergers d'étude l'espèce *Eupeodes liniger* de la famille de Syrphidae est le plus dominante avec (14.29%) dans le verger (1) et (38.78%) dans le verger (2).

Parmi 15 espèces recenser dans le verger (2), l'espèce *Eupeodes liniger* est la plus constante avec (FO = 80 %). Une seule espèce est régulière, il s'agit de *Tephritis praecox* de la famille des Tephritidae avec (FO = 60%). Cette espèce est suivie par une Thysanoptère *Aeolothripidae* sp. Ind (AR = 30%). C'est une espèce accessoire dans les pièges, Alor que toutes les autres espèces sont accidentelles.

Pour la qualité d'échantillonnage, le rapport a/N pour les deux vergers est de (0.8 vs 1), ce qui signifié que l'effort d'échantillonnage est insuffisant, il nécessite d'augmenter le nombre de relevés.

Pour les deux grenaderais, la valeur de l'indice de Shannon est égale à (3,69 vs 2,89) bits et celle de la diversité maximale est de 3,81 vs 3,91 bits. Les valeurs de l'indice de Shannon sont très élevées, donc la biodiversité est importante dans les deux vergers.

Les valeurs de l'équitabilité se rapprochent de 1 (0,97 vs 0,74), Nous concluons que les effectifs des espèces sont en équilibre dans ces agroécosystèmes

Les résultats concernant la capture de la cécidite par les pièges Olype étaient nul, malgré que cette méthode donne de bons résultats selon plusieurs auteurs. Elle a été utilisée comme moyenne de contrôle et de lutte contre la cécidite, parce que la période de l'emplacement des pièges (période hivernale) ne coïncide pas avec la présence de ce ravageur sur terrain.

Les espèces entomologiques recensées appartiennent à différents groupes fonctionnelles où les ennemis naturels ou les auxiliaires sont nombreux par rapport aux ravageurs. Les parasitoïdes sont le groupe le plus abondant avec 9 familles, la plus part de ces familles appartiennent à l'ordre des Hyménoptères et des Diptères.

Les résultats de l'étude de la dynamique et de la diversité des arthropodes que nous avons obtenus dans les grenaderaies de M'sila nécessitent un suivi sur plusieurs années, pour que les résultats deviennent représentatifs et afin de faire une analyse globale de tout le cortège faunistique et suivre les relations plantes insectes, surtout par rapport aux plantes adventices qui peuvent servir d'hôtes alternatifs aux cécidites pour maintenir leur cycle de vie.

Dans les perspectives il est souhaitable de :

- Utiliser les deux moyens de piégeage dans la lutte contre les ravageurs de grenadier dans la région de M'sila.
- Poursuivre et élargir l'inventaire sur d'autres grenadrais ou d'autres cultures dans plusieurs stations dans la région de M'sila.
- Protéger des espèces définies comme prédatrices, parasitoïdes ou auxiliaires.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- 1. Aboussaid, H., El Messoussi, S. et Oufdou, K., (2007).** Activité insecticide d'une souche marocaine de *Bacillus thuringiensis* sur la mouche méditerranéenne : *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera : Tephritidae). *Afriq Science*, 5 (1) : 160-172.
- 2. Afaq, F., et Malik, A. (2009).** Pomegranate fruit extract modulates UV-B-mediated phosphorylation of mitogen-activated protein kinases and activation of nuclear factor kappa B in normal human epidermal keratinocytes. *Photochemistry and photobiology*. n°81: 38-45.
- 3. Albrecht, M., Jiang, W., Kumi-Diaka, J., Lansky, E.P., Gommersall, L.M., et Patel, A., (2004).** Pomegranate extracts potently suppress proliferation, xenograft growth, and invasion of human prostate cancer cells. *J Med Food*. Fall ; 7(3): 274-83.
- 4. Ali Ahmed–Sadoudi, D., (2008).** Estimation de l'infestation des différentes variétés d'agrumes par *Ceratitis capitata* Wied., 1824 (Diptera ; Trypetidae) en fonction de l'exposition dans différents vergers de la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 63p.
- 5. Ananda, N., Kotikal, Y. K., Awaknavar, J.S., Basavana Goud, K., Balikai, R. A., et Patil, A.A., (2007).** Seasonal incidence and management of sucking pests of pomegranate. Thesis submitted to the University of Agricultural Sciences, Dharwad in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (agriculture) in Agricultural entomology. Dharwad October, 2007
- 6. Ananda, N., Kotikal, Y. K., et Balikai, R. A., (2009)** Sucking insect and mite pests of pomegranate and their natural enemies. *Karnataka J. Agric. Sci*, n°22: 781-783.
- 7. Anonyme, (2005).** Les parasitoïdes de puceron et de lépidoptères, Fiche technique-Auxiliaires, Fiche co-réalisation par la par la FREDON, la SRPV et la DRAF, Nord-pas-de-calais.
- 8. 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 Aneur, M'sila). Thème de Master Académique : Protection des végétaux. Université Mohamed Boudiaf de M'sila 61p.
- 9. Bahri, K., et Bouafia, S., (2016).** Plantes rédurale de la région de M'sila : inventaire, chorologie et systématique. Thème de Master Académique : Gestion de l'environnement. Université Mohamed Boudiaf de M'sila. 60p.

10. **Bakels, C., et Jacomet, S., (2003).** Access to luxury foods in Central Europe during the Roman period: the archaeobotanical evidence. *World Archeology*, 34, (3), 542-557.
11. **Balachowsky, A., et Mensil, L., (1935).** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Leurs mœurs, leur distribution. Insectes nuisibles aux arbres fruitiers, à la vigne, aux céréales et aux graminées de prairies. Imprimé sur les presses des établissements Busson. Paris : 242-253.
12. **Balikai, R. A., (2000).** Status of pomegranate pests in Karnataka. *Pest Manag. Hortic. Ecosystem*, 6: 65-66.
13. **Barbault, R., (1995).** *Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits.* Ed. Masson, Paris. 208p.
14. **Basu, A., et Penugonda, K., (2009).** Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. *Nutr Rev.* 2009 Jan; 67(1): 49-56.
15. **Bauce, E., (2005).** Entomologie forestière. Université laval, 21p
16. **Ben Khadra, M., (1992).** Effets du rythme d'irrigation sur l'éclatement des fruits du grenadier, Rapport de stage de fin d'étude, Institut des régions arides, Médenine.
17. **Benettayeb, Z., (1993).** *Biologie et écologie des arbres fruitiers.* Ed. OPU. Alger, 140p.
18. **Bernard, B., (2014).** Le contrôle autocide des insectes ravageurs de grande dimension. Une méthode efficace et durable en rapide développement. Académie d'Agriculture de France, 11 p.
19. **Blondel, J., (1979).** *Biogéographie et écologie*, Edit., MASSON, n°4701, France, 173p.
20. **Bodenheimer, F.S., (1951).** Citrus entomology in the Middle East with special references to Egypt, Iran, Irak, Palestine, Syria, Turkey: 87-161.
21. **Bouaicha, R., (2017).** Analyse du complexe parasitaire du Grenadier *Punica granatum* (Linné, 1753) dans la région de Touggourt. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah, Ouargla. 95p.
22. **Bousquet, Y., (1990).** *Beetles associated with stored products in Canada: An identification guide.* Ed, Research Branch Agriculture Canada, Canada, 214 p.
23. **Braham, M., (2015).** Insect larvae associated with dropped pomegranate fruits in an organic orchard in Tunisia. *Journal on Entomology and Nematology*, 7, 5-10.
24. **Cauchard, P., (2013).** La grenade : Organisation de la filière, opportunités et contraintes pour son développement. Mémoire de Fin d'Études d'Ingénieur, l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage, France, 40p.

25. **Cauchard, P., (2013).** La grenade : Organisation de la filière, opportunités et contraintes pour son développement. Mémoire de Fin d'Études d'Ingénieur, l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage, France, 40p.
26. **Cayol, J.P., Causse, R, Louis, C., et Barthes, J., (1994).** Medfly *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae) as a rot vector in laboratory conditions. J. Appl. Entomol., 117: 338-343.
27. **Chouibani, M., Ouizbouben, A., et Kaack, H., (2015).** Protection intégrée des agrumes. Direction de la Protection des Végétaux-des Contrôles Techniques et de la Répression des Fraudes, Maroc, 77p.
28. **Cordonnier, T., Dreyfus, P., et Trouvé, R., (2012).** Quelles dimensions et quels indices d'hétérogénéité privilégié pour l'expérimentation dans les peuplements forestiers mélangés ou irréguliers ? Revue forestière française, (6) :787-773.
29. **D.S.A., (2017).** Directions des services agricoles.
30. **Dajoz, R., (1982).** *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
31. **Derin, K., et Eti S., (2001).** Determination of pollen quality, quantity and effect of cross-pollination on the fruit set and quality in pomegranate. Turk. J. Agric. For., 25, 169-173.
32. **Dreux, P., (1980).** *Précis d'écologie*. Ed. Presse universitaire de France, Paris, 231 p.
33. **Dubois, C., (2006).** *Les arbres fruitiers*. Édition Rustica/FLER, Paris .127p.
34. **Duyck, V.A., Hendrichs, J., et Robinson, A.S., (2005).** Sterilizing insects with ionizing radiation. Sterile Insect Technique, principals and practice in Area-wide integrated pest management, 799 p.
35. **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.
36. **Fahad, K., Gmira, N., Benziane, T., et Sekkat A., (2014).** Etude de la bio-écologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824) sur rosacées dans la région de Sefrou (Maroc). Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology, 67, 85-95.
37. **Faurie, C., Ferra, C., Medori, P., Devaux, J., et Hemptinne, J.L., (2003).** *Ecologie approche scientifique et pratique*. Ed. TEC et DOC, 407 p.
38. **Féron, M., (1962).** L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. Comportement sexuel, comportement de ponte. Revue de Pathologie Végétale. Entomologie agricole. France, 4: 239-244.

39. **Fetayah, H., (2015).** Etude ethnobotanique des plantes médicinales à effets cardiovasculaires de la daïra de Msila. Thème de Master Académique : Gestion de l'environnement. Université Mohamed Boudiaf de Msila. 79P.
40. **Fletcher, B.S., (1989).** Temperature-development relationship of immature stages and adults of Tephritid fruit flies. In: Robinson A.S., Hooper G., (Ed). Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier, 3: 273-289.
41. **Gahbiche, H., (1993).** Contribution à l'étude de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptères, Tephritidae) dans deux biotopes du Nord de la Tunisie. Mémoire de fin d'étude du cycle de spécialisation de l'INAT, pp. 5-107.
42. **Garnier, G., Bezanger-Beauquesne, L., et Debraux, G., (1961).** Ressources médicinales de la flore française. Ed. Vigot Frères. Tome II. 1511. 838-842.
43. **Godet, J.D., (1991).** *Arbres et arbustes aux quatre saisons. Les guides pratiques du naturaliste.* Editions Delachaux et Niestlé. 215 p.
44. **Gourmel, C., (2014).** Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de Guyane, 73p.
45. **Hagen, K.S., Allen, W.W., et Tassan, R.L., (1981).** Mediterranean fruit fly: The worst may be yet to come, California agriculture: 5-7.
46. **Huang, T.H., Peng, G., Kota, B.P., Li, G.Q., Yamahara, J., Roufogalis, B.D., et Li, Y., (2005).** Anti-diabetic action of *Punica granatum* flower extract: activation of PPAR-gamma and identification of an active component. Toxicol. Appl. Pharmacol., 207 (2), 160-169.
47. **Jacquemond C., Curck F., et Coord, (2013).** *Les clémentines et autres petits agrumes.* Ed. Quae. Versailles Cedex. France. 363 p.
48. **Jurenka, J.S., (2008).** Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.): a review. Altern Med Rev. 2008 Jun ; 13(2):128-44.
49. **Kaci meziane, Z., (2015).** Perspectives de développement et de valorisation des sous-produits de la grenade (*Punica granatum* L.) de la zone de la Mitidja (nord Algérie). Symposium international Société, Agro-Biotechnologie, Environnement et Développement Durable du : 27 au 29 Mai 2015.
50. **Kuhnel, W., (1969).** *Eologie generale.* Ed. Masson et Cie, 359p.
51. **Lachaise, D., Harry, M., et Solognac, M., (1996).** Affinités biogéographiques des Drosophilid de Madagascar et des îles de l'océan indien, Biogéographie de Madagascar, 1996 : 467-478.

52. Lansky, E.P., et Newman, R.A., (2007). *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *J. ethnopharm.* n°109. 177-206.
53. Mars, M., et Marrakchi, M., (2004). Dynamique de floraison et régime de reproduction chez le grenadier (*Punica granatum* L.) en Tunisie. *Fruits*, 59, 39-48.
54. 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.
55. 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.
56. Melgarejo, P., et Salazar, D. M., (2003). *Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas*. Ed. Mundi-prensa, Espagne, 416 p.
57. Melgarejo, P., et Valero, D., (2012). International Symposium on the Pomegranat .Edition Zaragoza CIHEAM, Spain, 337p.
58. Melgarejo, P., Martinez, N., et Martinez, T., (2000). Pomegranate plant material. CIHEAM, n°42 :55-62.
59. Muller, Y., (1985). L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord; sa place dans le contexte medio-européen. Thèse Doc. sci.,Univ. Dijon, 318 p.
60. Norrbom, A., (2004). Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Classification and diversity, Systematic and Entomology Laboratory, ARS, USDA, Departement of entomology, NMNH, SI; The Diptera Site.
61. Oukabli, A., Lahlou, M., et Alabou, M., (2004). Le grenadier des variétés performantes pour la culture. Transfert de technologie en agriculture, n°123 :1-4.
62. Oukil, S., (1995). Effets des insecticides et des radiations ionisantes en relation avec la variabilité (Diptera : Trypetidae). Thèse 3^{ème} cycle. Université, Aix. Marseille III, Fac. Sc. Tech-St Jérôme. 138p.
63. Oukil, S., Bues, R., Toubon, J.F., et Quilici, S., (2002). Allozyme polymorphism in populations of *Ceratitis capitata* from Algeria, the northwestern Mediterranean coast and Reunion Island. *Fruit* 57. pp: 183- 191.
64. Péricart, J., (1972). *Hémiptères, Anthocoridae, Cimicidae, Microphysidae de l'Ouest-Paléarectique*. Ed, Masson et Cie Editeurs, Paris, 393p.
65. Ramade, F., (2003). *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Ed. Dunod. Paris, 689 p.

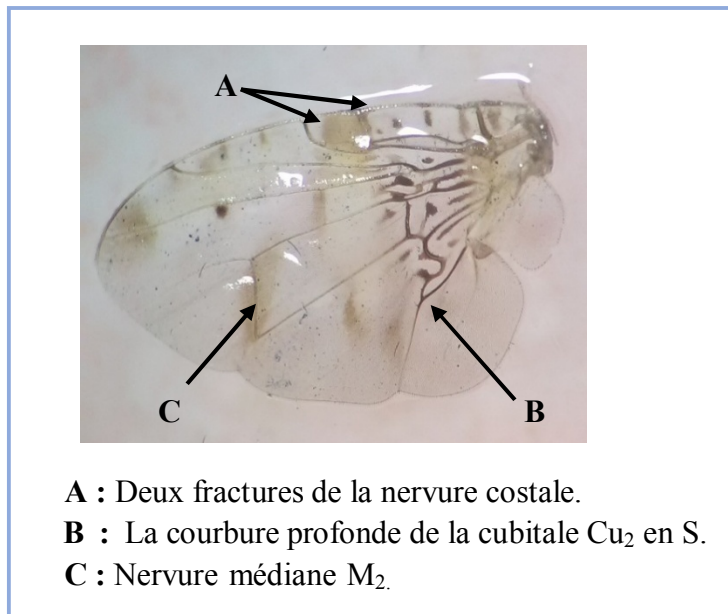
66. **Ramade, F., (2008).** Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris, 726 p.
67. **Robacker, K., 2000-** Volatiles from duck feces attractive to Mexican fruit fly. *Journal of chemical ecology*, 26 (8): 442-446.
68. **Rössler, Y., (1989).** Insecticidal bait and cover sprays. In A.S. Robinson et G. Hooper (eds) *fruit flies, their biology, natural enemies and control*. Elsevier.
69. **Ronald, F.L., et Jayma, L., (1992).** Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). Department of Entomology. Honolulu, Hawaii. 5p.
70. **Roth, M., (1971).** *Contribution à l'étude éthologique du peuplement d'insectes d'un milieu herbacé*. Ed, ORSTOM, n° 53, Paris, 145 p.
71. **Roth, M., (1980).** *Initiation à la morphologie, la systématique, et la biologie des insectes*. Ed, O. R.S.T.O.M., Pris. 213p.
72. **Saad, H., (2013).** Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques. Thèse. Doct. Fac. Chimie, Université. Pau et des Pays de l'Adour, 107-109 pp.
73. **Settaoui, S., (2016).** Etude de l'infestation des différentes variétés d'Agurmes par *Ceratitidis capitata* (Diptera, Trypetidae) dans la région de Tlemcen. Thème de Master Académique : Amélioration végétale. Université de Tlemcen, 58p.
74. **Spichiger, R.E., et Savolawinen, V., (2005).** *Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales* (Troisième édition). Presses polytechniques et universitaires romandes (EDS), 413 p.
75. **Thomas, M.C., Heppner, J.B., Woodruff, R.E., Weems, H.V., Steck G.J., et Fasulo, T.R., (2001).** Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae). *Entomology section Circulars*, 4: 230, 273.
76. **Thompson, F. C., Rotheray, G., (1998).** Family Syrphidae. Ed, *Contributions to a manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance)*. Vol. 3, Higher Brachycera. Science Herald, Budapest.p 81-139.
77. **Van Veen, M.P., (2004).** *Hoverflies of Northwest Europe. Identification keys to the Syrphidae*. Ed:Utrecht, The Netherlands: KNNV publishing. 254p.
78. **Vayssières J.F., Kalabane, S., (2000).** Inventory and fluctuations of the catches of Diptera Tephritidae associated with mangoes in costal Guinea. *Fruits* 55, 259-270.

- 79. Vayssières, J.F., Goergen, G., Lokossou, O., Dossa, P., Akponon, C., (2005).** A new *Bactrocera* species in Benin among mango fruit fly (Diptera : Tephritidae) species. *Fruits* 60, 371-377.
- 80. Vayssières, J.F., Korie, S., Coulibaly, O., Temple, L., Boueyi, S.P., (2008).**The mango tree in northern Benin: cultivar inventory, yield assessment, infested stages and loss due to fruit flies (Diptera Tephritidae). *Fruits*, 2008, 63, 1–8.
- 81. Walali, L., Skiredj, A., Ellatir, H., (2003).** Fiches techniques L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Bulletin Mensuel D'information et de liaison du PNTTA.
- 82. White, I.E., Elson-Harris, M.M., (1992).** Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics, CAB International, Wallingford, UK, 601 p.

Annexes



Annexe n°1 : Aspect général d'une Cératite femelle adulte sur grenadier (**photo originale**).

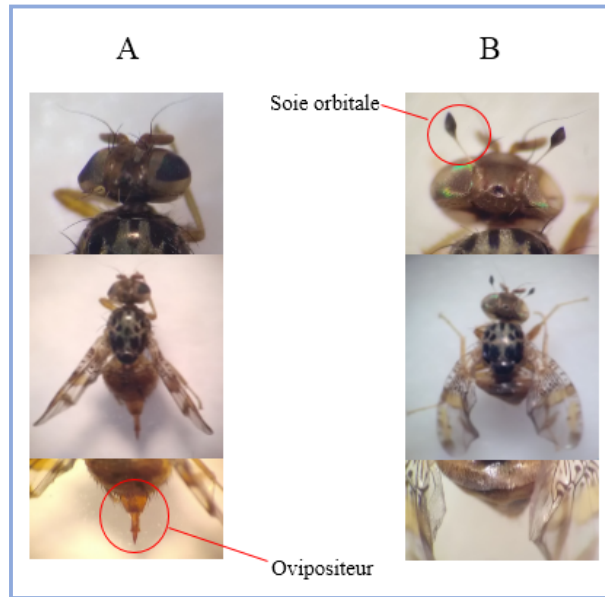


A : Deux fractures de la nervure costale.

B : La courbure profonde de la cubitale Cu₂ en S.

C : Nervure médiane M₂.

Annexe n°2 : Nervulation de l'aile de la Cératite (**photo originale**).



Annexe n°3: A : Morphologie d'une Cératite femelle, B : Morphologie d'une Cératite mâle
(photo originale).

الهدف من دراستنا هو اختبار فعالية نوعين من مصائد الحشرات هما : مصيدة "أوليب" ومصيدة "فرمون" ، قصد تتبع ذبابة الفاكهة (البحر الأبيض المتوسط) تحديدا في منطقتي بوخميسة وأولاد عدي القبالة بمدينة المسيلة، حيث قمنا بتثبيت مصيدة "أوليب" بين شهري (ديسمبر 2017 وجانفي 2018)، التي أعطتنا فكرة عن التنوع البيولوجي الحشري في كل من حقلي الدراسة ، حيث تحصلنا على ما يقارب 70 عينة من الحشرات. التي تنتمي إلى فئة "أنسكتا" وتنقسم إلى 5 أصناف و24 عائلة و27 نوعًا. علما أن المصيدتين لم تسجل أي نتائج في فترتين (الشتاء والربيع) المتعلقة بذبابة الفاكهة. أما بالنسبة لفصل الخريف فقد سجلت مصيدة "فرمون" نتائج معتبرة قدرت بـ 1444 عينة في كل من الحقلين. حيث وجدنا أن فعالية المصيدتين تعتمد على العديد من المعايير بما في ذلك معرفة سلوك ذبابة الفاكهة، موقع المصيدة في البستان، المرحلة الفيزيولوجية للنبات، الظروف المناخية، والتنوع البيولوجي الحيواني والنباتي. الكلمات المفتاحية: الرمان، مسيلة، ذبابة الفاكهة، مصيدة فرمون، مصيدة أوليب، الفعالية.

Résumé:

Notre étude consiste à tester l'efficacité de deux types de pièges à savoir, le piège Olibe et le piège à phéromone pour le contrôle de la mouche méditerranéenne des fruits Ceratitis capitata, dans deux grenadrais : Boukhmissa et Ouled Addi, dans la région de M'sila. Les pièges Olibe qui sont installés entre (Décembre 2017 et Janvier 2018) nous ont donné une idée sur la biodiversité entomologique, dans les deux stations avec un total de 70 individus recensés. Ces derniers appartiennent tous à la classe Insecta et sont répartis sur 5 ordres, 24 familles et 27 espèces. La capture de la cératite par les deux types de pièges nous a montré des résultats nuls dans les deux périodes (hivernale et printanière). Contrairement à la période automnale où nous l'échantillonnage par le piège à phéromone été à son extrême avec un total de 1444 individus capturés dans les deux vergers. De ce fait, nous constatons que l'efficacité des pièges dépend de plusieurs concepts entre autres la bonne connaissance du comportement des cératites, l'emplacement des pièges dans le verger, le stade phénologique de la plante cible, les conditions climatiques et la biodiversité faunistique et floristique de l'agroécosystème.

Mots clés : Grenadier, M'sila, Cératite, Piège à phéromone, Piège Olibe, Efficacité

Abstract:

Our Study consists in testing the effectiveness of two types of traps namely, the trap Olibe and the pheromone trap for the control of Mediterranean fruit fly Ceratitis capitata, in two grenadines: Boukhmissa and Ouled Addi, in the region of M 'sila. The Olibe traps that are installed between (December 2017 and January 2018) gave us an idea about entomological biodiversity, in both stations with a total of 70 identified individuals. These all belong to the class Insecta and are divided into 5 orders, 24 families and 27 species. The capture of the ceratitidis by the two types of traps showed us null results in both periods (winter and spring). Unlike the fall period when we sampled by the pheromone trap was at its extreme with a total of 1444 individuals caught in both orchards. As a result, we find that the effectiveness of the traps depends on several concepts, among others the good knowledge of the behavior of the ceratitidis, the location of the traps in the orchard, the phenological stage of the target plant, the climatic conditions and the faunistic biodiversity. and floristic agroecosystem.

Key words: Grenadier, M'sila, Ceratite, Pheromone trap, Olibe Trap, Effectiveness.