

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

N° :/PV/2020



DOMAINE : *science de la nature et de la vie*

FILIERE: *Sciences agronomiques*

OPTION : *Protection des végétaux*

Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique

PAR: Arioua Selma

Laggouni Zahra

**Evaluation de l'abondance des mouches de
fruit dans deux grenaderie à El khERZA
(M'sila)**

Soutenu devant le jury composé de :

Président	M ^{me} .Merah Fatiha	MAA	Université de M'sila
Encadreur	M ^{me} . BARECH Ghania	MCA	Université de M'sila
Examineur	M ^{me} . Cherief Abdelkader	MAA	Université de M'sila

Année universitaire : 2019 / 2020

Remerciement

Avant tout nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et suivre le chemin de la science.

Nous voudrions d'abord remercier les membres des jury , enseignants au département des sciences agronomiques d'université de M'sila respectivement pour avoir bien voulu

Examiner et critiquer ce travail.

Il s'agit de :

Mme Merah Fatiha en tant que président, Mr Cherief Abdelkader en tant qu'examineur de notre jury. Nos remerciements à notre promotrice Mme .BerchG. Maître de conférence A et enseignant au département de sciences agronomiques à d'université de M'sila et enseignants au département de sciences agronomiques à d'université de M'sila.

Pour avoir accepté de diriger ce travail pour les orientations et les conciles.

Zahra et Selma

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère

A mes chères sœurs et frère et mon marie qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A Mes grandes familles merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

Arioua Selma

Dédicaces

Au nom de dieu le clément miséricordieux

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère petite famille ;

A ma chère et tendre maman HAYOUTA

Tu m'as donné tout ce qu'une magnifique maman merci pour ton amour, ta présence, tes sacrifices, tes précieux conseils, ce travail t'est particulièrement dédié, en témoignage de ma profonde reconnaissance pour tout ce que tu as consenti pour faire de moi ce que je suis.

**A mes très chères sœurs Aya et Alaâ et mon chère frère
Khalil**

Je te souhaite plein de bonheur et de réussite dans la vie .

Tous mes amis et mes camarades sans exception, pour les bons moments qu'on a passé à particulier mes amoureux Asma et Afaf.

Sans oublié ma binôme Selma. Que dieu vous protéger.

Zahra Laggouni

Table des matières

Chapitre I: Synthèse bibliographique

1. Le grenadier <i>Punica granatum</i> L.	4
1.1. Présentation	4
1.2. Historique de la grenade	5
1.3. Origine du nom	5
1.4. Classification botanique	5
1.5. Aire de répartition	6
1.6. Variété de grenadier en Algérie	6
1.7. Facteurs écologiques liées à la culture du grenadier	6
1.9. Production de grenade	7
1.9.1. Production de grenade en Algérie	7
1.9.2. Production de grenade dans la wilaya de M'sila	8
1.10. Importances de la grenade	8
1.10.1. Importance industrielle	8
1.10.1.1. Tannage du cuir	8
1.10.2. Importance médicinale	9
1.10.3. Autres utilisations	9
2. Données bibliographiques sur quelques ravageurs potentiels des grenades	9
2.1. Mouche méditerranéenne des fruits : <i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann 1829	9
2.1.1. Origine et aire de répartition	9
2.1.2. Principaux caractères morphologiques	11
2.1.2.1. L'œuf	11
2.1.2.2. Les larves	11
2.1.2.3. Pupes	12
2.1.2.4. L'adulte	12
2.1.3. Cycle Biologique :	13
2.1.4. Facteurs agissant sur le développement de <i>Ceratitis capitata</i>	15
2.1.4.1. Facteurs intrinsèques	15
2.1.4.2. Facteurs extrinsèques	15
2.1.4.2.1. Les facteurs biotiques	15
2.1.5. Plantes-hôtes et dégâts	16

2.1.5.1. Plantes-hôtes	16
2.1.5.2. Dégâts	16
2.1.6. Méthodes de lutte.....	17
2.1.6.1. Lutte prophylactique.....	17
2.1.6.2. Lutte biologique	17
2.1.6.3. Lutte intégrée.....	17
2.2. Mouche Africaine des figues <i>Zaprionus indianus</i> Gupta,1970.....	18
2.2.1. Origine et aire de répartition	18
2.2.2. Plantes-hôtes	18
2.2.3. Principaux caractères morphologiques.....	19
2.2.4. Dégâts.....	20
2.2.5. Cycle Biologique	20

Chapitre II: Matériel et méthodes

1. Présentation de la région d'étude	22
1.2. Caractéristiques climatiques.....	23
1.2.1.Température	23
1.2.2.Précipitations:	24
1.3. Synthèse climatique	25
1.3.1.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens	26
1.3.2.Climagramme pluviothermique d'Emberger	26
2. Choix de la station d'étude.....	29
3. Piégeage des mouches de fruits	28
3.1. Piège Oripe	29
3.2. Piège à Drosophile.....	30
4. Exploitation des résultants.....	30
4.1 . Fréquence Centésimale ou abondance relative(AR%).....	29

chapitre III Résultats et discussions

1. Abondance relatives	32
1.1. Etude de l'évolution du nombre des mâles et des femelles de <i>C. capitata</i>.....	32
1.2. Comparaison entre les deux ravageurs <i>Z. indianus</i> et <i>C. capitata</i>.....	34
1.3. Discussions	36
1.4. Suggestions et recommandations pour l'agriculteur.....	37
Conclusion	39
<u>La référence bibliographique</u>

Liste des figures

Figure n° 01 : Feuilles, fleurs et fruits de <i>Punica granatum</i> (Benoît Bock, 2013 cité par Sanaa, 2013)	4
Figure n°02 : Œuf de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire (G40 x 10) (Djaout, 2015)	11
Figure n° 03 : larve du troisième stade de <i>C. capitata</i> (G40 x 10) (Djaout, 2015)	12
Figure n° 04: Pupes de <i>C. capitata</i> (G40 x 10) (Djaout, 2015)	12
Figure n°05 :Adulte de <i>C. capitata</i> (G40 x 10)(Djaout,2015)	13
Figure n°06 : Aspect général du mâle et de la femelle de <i>Ceratitis capitata</i> (Lachiheb, 2008)	13
Figure n° 07 : Femelle de <i>Ceratitis capitata</i> pondant dans une pêche	14
Figure n°08: Femelle de <i>Ceratitis citer capitata</i> par (NOUIRA .2008)	14
Figure n° 09 : Cycle biologique de la cératite	15
Figure n° 10: Tâches brunâtres sur fruit	16
Figure n°11: Piqûre de ponte de <i>C. capitata</i> sur fruit	17
Figure 12 : <i>Zaprionus indianus</i>, tête et vue latérale, montrant le composite thorax, vue dorsale	19
Figure 13 : <i>Zaprionus indianus</i> d'Afrique habitus dorsolatéral (photographie de Stephen)	19
Figure n° 14 : Caractéristiques des différents stades biologiques de <i>Zaprionus indianus</i>	20
Figure n°15: Situation géographique d'Elkharza (DSA, 2017)	22
Figure n° 16: Image satellitaire de la station d'étude (Elkharza) Source: Google Earth	23
Fig. 17: Diagramme ombrothermique de la région d'El kharza	26
Figure n° 18: Climagramme d'Emberger pour la région d'Elkharza de la période allant De(1988 à 2018)	28
Figure n°19: Le piège massif (photo originale)	29
Figure n°20: Nombre de mâles et de femelles de <i>Ceratitis capitata</i> (V1)	33
Figure n°21: Nombre de mâles et de femelles de <i>Ceratitis capitata</i> (V2)	34
Figure n°22: Dynamique de <i>Ceratitis capitata</i> et de <i>Zaprionus indianus</i> (V1)	35
Figure n°23: Dynamique de <i>Ceratitis capitata</i> et de <i>Zaprionus indianus</i> (V2)	35

Liste des tableaux

<i>Tableau n°1 : Classification botanique du grenadier (Spichiger et al., 2009 cité par Benyahia et Hadbi, 2016)</i>	5
<i>Tableau n° 02 : Variétés de grenadier commercialisées en Algérie</i>	6
<i>Tableau n° 03 : production de grenade en Algérie (DSA, 2018) ...</i>	7
<i>Tableau n° 04 : Production de grenade dans la wilaya de M'sila (DSA, 2018).....</i>	8
<i>Tableau n° 05 : Caractéristiques morphologiques du mâle et de la femelle de la cératite (Titouhi et Maalou, 2007).....</i>	13
<i>Tableau n° 06 : Températures moyennes mensuelles minimales, maximales et amplitude thermique de la région de Boussaâda et d'El kharza (1988-2018).</i>	24
<i>Tableau n° 07 : Précipitations moyennes mensuelles P (mm) El kharza (1988- 2018)</i>	25
<i>Tableau n° 08: Valeurs de Q3, P, M, m et M-m notées dans la région d'El kharza depuis 1988 jusqu'à 2018.</i>	27
<i>Tableau n° 09:Caractéristiques des deux vergers choisis dans la station d'El kharza (Boussaada)</i>	29
<i>Tableau n° 10: Echancier du piégeage de Cératitis capitata et de Zaprionus indianus</i>	30
<i>Tableaux n° 11: Nombre et abondances relatives (AR %) des ravageurs capturés par le piège Oripe et le piège à Drosophile dans les grenaderaies d'El Kharza.</i>	32
<i>Tableaux n° 12: nombre de males et femelles de C. capitata piégés par l'Oripe (verger1)</i>	33
<i>Tableaux n° 13: nombre de males et femelles de C. capitata piégés par l'Oripe (verger2)</i>	33

Introduction

Introduction

Le grenadier 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 and Salazar, 2003, cité par Hmid, 2013). Sur le plan environnemental, il joue un rôle très important dans la protection, la restauration et la fixation des sols.

Ses plantations ont connu une grande extension dans de différentes régions du monde et ont conduit à une augmentation de la production. Cette dernière a stimulé le développement des industries de transformation de jus de grenades et la prolifération des compagnies pharmaceutiques qui opèrent dans l'extraction des composés bénéfiques des fruits (Seeram et al., 2006 cité par Hmid, 2013). L'importance économique du grenadier réside également dans ses fruits qui ont une grande valeur nutritive comparable à celle des fruits juteux comme les abricots, les oranges, les pommes et d'autres. 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 and Valero, 2012, cité par Hmid, 2013). Au Maroc la production est évaluée à 76 327 tonnes pour une superficie de 8218 ha. La région Tadla Azilal est considérée comme la région ayant la plus grande production avec 28 800 tonnes produites sur 1460 ha (MAPM, 2012, cité par Hmid, 2013)

La grenade (*Punica granatum L.*) est considérée comme un symbole de beauté, de fertilité, d'immortalité et de divinité. Originaires du moyen orient, elle s'est propagée à travers la Méditerranée vers l'extrême orient en Chine et en Inde et dans le nouveau monde en Californie et au Mexique (Lansky et Newman, 2007, BOUSSALAH, 2009-2010).

Cette culture est attaquée par plusieurs ravageurs comme les mouches des fruits ou Tephritidae (*Ceratitidis capitata*, *Zaprionus indianus*). constituent un des groupes de ravageurs qui occasionnent les dégâts les plus importants sur les cultures fruitières dans le monde et (Ngamo-Tinkeu et al., 2010, cité par Zolalaina, 2017).

Les dégâts sur les fruits charnus sont causés par les femelles gravides qui les piquent pour y déposer leurs œufs (Gomina, 2015, cité par Zolalaina, 2017). Lors de ces attaques, les fruits d'agrumes se déprécient sur la commercialisation et le marché d'exportation.

Pour éviter tous les dégâts de ces ravageurs, on fait cette étude. La problématique à laquelle on essaiera de répondre tout au long de cette étude : à quelle période les mouches de fruits est-il actif?

-Ce mémoire est organisé en trois chapitres:

- Dans le 1^{er} chapitre nous avons rassemblé des études bibliographiques sur le grenadier et les mouches de fruits.
- Le 2^{ème} chapitre contient d'une part la présentation de la région d'étude, le caractère biotique et abiotique et la méthodologie adoptée. Et aussi donne une présentation sur les stations d'étude choisies et la méthodologie adoptée sur terrain ainsi que les utilisés.
- Le 3^{ème} chapitre regroupe l'exploitation des données par des indices écologiques (statistiques), Les résultats obtenus et les discussions.
- Une conclusion générale est donnée à la fin de ce travail.

CHAPITRE I

Synthèse bibliographique

CHAPITRE 1 : Synthèse bibliographique

Dans ce chapitre nous présentons les données bibliographiques sur le grenadier ainsi que sur les deux ravageurs potentiels des grenades à savoir la cératite et la mouche africaine des figues.

1. Le grenadier *Punica granatum* L.

1.1. Présentation

Le grenadier est un petit arbre à port arbustif des régions méditerranéennes qui peut atteindre 6 m de haut. Ses fleurs rouge vif sont très ornementales et mesurent 3 cm de diamètre. Ses fruits, les grenades, contiennent en moyenne 600 graines pulpeuses. La grenade est une grosse baie ronde, de la taille d'une grosse orange, à écorce dure et coriace, de couleur rouge ou jaune beige. Elle 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 (Benoît Bock, 2013 , cité par Sanaa , 2013).Le poids des grenades varie généralement selon l'origine et le cultivar entre 163 et 216g. Ses feuilles sont simples, lancéolées et peuvent mesurer de 3 à 8 cm de long (Oukabli et *al*, 2004 cité par, Bakhtaoui, 2019).



Feuilles Fleurs



Grenades (fruit)



Graine

Figure n° 01 : Feuilles, fleurs et fruits de *Punica granatum* (Benoît Bock, 2013 cité par Sanaa, 2013)

1.2. Historique de la grenade

Durant des milliers d'années, en tant que nourriture et remèdes. Il est présent dans les anciens textes grecs, égyptiens, les textes bibliques, le Coran et dans les traditions populaires des différents pays bordant la Méditerranée (Holland et al, 2009 ; Smith, 2014, cité par Douaouri,2018).

Aimé des caravaniers et navigateurs, sa pulpe gorgée d'eau et légèrement acidulée permet d'étancher la soif durant les longues traversées (Vanier, 2005 cité par Boussalah, 2010).

1.3. Origine du nom

La grenade était connue chez les romains sous l'appellation *Malun punicum* par allusion à l'ancienne Phénicie et qui signifie « pomme de Carthage », d'où est tiré l'actuel nom latin « *Punica granatum* ». Le terme grenade a fait son apparition dans la langue française en 1314. Il vient du latin « *Malum granatum* » dont la signification est « fruit à petits grains » (Hubbard et Clay, 1977 cité par Boussalah, 2010). Elle porte aussi l'appellation rimon, ruman, romana et roma, en Hébreux, Arabe, Espagnol et Portugais respectivement (Goor, 1967 cité par Boussalah, 2010).

1.4. Classification botanique

Le grenadier, *Punica granatum*, a été décrit par Linné et introduit dans sa classification en 1753. Cette classification encore adoptée est décrite dans le **Tableau n° 1**.

Tableau n°1 : Classification botanique du grenadier (Spichiger et al, 2009 cité par Benyahia et Hadbi, 2016)

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Myrtales
Famille	Punicaceae (Lythraceae :classification phylogénétique)
Genre	<i>Punica</i>
Espèce	<i>Punica granatum</i>

1.5. Aire de répartition

Le grenadier se développe préférentiellement dans les zones tropicales et méditerranéennes dont l’aire de répartition se situe en Asie occidentale et centrale (Moyen Orient). La surface mondiale dédiée à la culture du grenadier est environ de 300 000 Ha, dont plus de 76% sont répartis sur cinq pays : Inde, Iran, Chine, Turquie et USA. Cependant l’Espagne et l’Egypte ont une superficie comprise entre 2400 et 16 000 Ha (Hmid., 2013, cité par Achouche. 2019).

Il est aussi beaucoup cultivé dans le bassin méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Algérie, Tunisie et Maroc.

1.6. Variété de grenadier en Algérie

Il existe plus de 1000 variétés de *Punica granatum L.* dans le monde. Parmi les cultivars les plus connus nous citons « Wonderful » qui est le plus commercialisé aux Etats Unis.

En Algérie, il existe de nombreuses variétés de grenades, de qualités très différentes. Quatorze variétés sont actuellement autorisées à la production et à la commercialisation par l’Etat (**Tableau n° 02**).

Tableau n° 03 : Variétés de grenadier commercialisées en Algérie

Variétés de grenadier commercialisées en Algérie		
Messaad	Corde travita	Doux de Kolea
Gajin	Sefri	Zemd automne
Spanishduoy	Chelfi	Mollerhuesso
Mellisse	Sulfani	
Espagne rouge	Papersshell	

1.7. Facteurs écologiques liées à la culture du grenadier

La culture du grenadier est essentiellement limitée à un climat semi-aride, légèrement tempéré et subtropical. Il s'adapte naturellement à des régions avec des étés chauds et des hivers froids. Cette espèce peut supporter des températures extrêmes allant de -10 et +40°C. Le fruit est récolté en automne, à maturation.

Le grenadier s'adapte à plusieurs types de sol allant du sable pure à l'argile lourde. Les besoins en eau du grenadier sont pratiquement les mêmes que pour les agrumes 125 à 150 cm par an. Les arbres doivent être irrigués tous les 7-10 jours en l'absence de précipitations significatives. Le maintien d'une humidité suffisante du sol, en fin d'été et début d'automne est nécessaire pour

réduire le fractionnement potentiel des fruits.

1.8. Principaux bio-agresseurs du grenadier

Les bio-agresseurs qui peuvent provoquer des dégâts considérables pour le grenadier sont :

- *Ectomyeloï sceratoniae* (Zeller) est un microlépidoptère considéré comme le plus grand ennemi des grenades. Il cause des dégâts considérables pouvant affecter 90% des fruits.

- *Zeuzère* (*Zeuzerapyrina L*), à l'état de larve creuse des galeries sur le tronc et les grosses branches pouvant provoquer leur cassure.

- *Viracholaisocrates*, le papillon de grenade, pond ses œufs sur les fleurs et sur le calice des fruits en développement ; après quelques jours, les chenilles pénètrent les fruits en passant par le calice. Ces foreurs de fruits peuvent causer la perte d'une récolte entière.

Des moisissures et champignons infectent les fruits et les dégradent, surtout lors de pluies abondantes au cours de la maturation du fruit, tels que : *Pleuroplaconema*, *Ceuthospora Phyllostict* et *Aspergillus castaneus*. Les fruits fissurés ou éclatés sont les plus touchés (Morton,1987, cité par Bakhtaoui, 2019)

1.9. Production de grenade

1.9.1. Production de grenade en Algérie

La production de la grenade en Algérie ainsi que sa superficie sont enregistrés dans le **tableau n° 03**.

Tableau n° 04 : production de grenade en Algérie (DSA, 2018)

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

Selon DSA (2018), la production totale de grenade en Algérie est de 421 136 Qx.

La wilaya de Mostaganem enregistre une grande production avec 186261 Qx, suivi par Djelfa 110 760 Qx. La wilaya de M'sila est classée la quatrième en terme de production de grenade soit 31 960 Qx.

1.9.2. Production de grenade dans la wilaya de M'sila

La wilaya de M'sila montre une production importante de grenade qui se répartie dans sept régions dont celle de Sidi Ameer est en tête de la production avec 10 800 Qx. Le **Tableau n°4** regroupe les informations nécessaires sur la production de grenade dans la wilaya de M'sila.

Tableau n° 05 : Production de grenade dans la wilaya de M'sila (DSA, 2018).

	Superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport (Ha)	Production (Qx)
Sidi Ameer	155	152	10800
HamamDalâa	100	98	6250
El Hamel	55	55	3830
Maàrif	50	49	3220
Maadid	35	33	2180
M'sila	35	32	2100
OuledAddi	5	5	330

1.10. Importances de la grenade

1.10.1. Importance industrielle

1.10.1.1. Tannage du cuir

Toutes les parties de l'arbre ont été utilisées comme sources de tannins lors du tannage des peaux. L'écorce du tronc contient 10 à 25% de tanins et était autrefois très utilisée dans la production du cuir au Maroc. L'écorce des racines contient 28% de tanins, les feuilles 11%, et l'écorce du fruit 26% (Lloyd, 1897 ; Morton, 1987, cité par Bousallah.2010).

1.10.1.2. Teinture et colorant

L'écorce du fruit et les fleurs sont utilisées pour teindre le textile. L'écorce de la grenade, a été utilisée en Inde comme une teinture depuis les temps les plus anciens. De l'encre a été produit à partir des feuilles en les macérant dans du vinaigre (Morton, 1987, cité par Bousallah.2010).

1.10.2. Importance médicinale

Le grenadier a été largement utilisé en médecine traditionnelle dans de nombreuses cultures. La grenade est considérée comme un fruit complet dans le Coran. L'ancienne science médicinale indienne « Ayurveda » la identifiée comme une plante médicinale.

Dans le monde, la plus célèbre utilisation a été celle d'un vermifuge ou agent ténicide, tueur et expulseur des vers intestinaux. Les alcaloïdes contenus dans les racines, l'écorce de l'arbre et l'écorce du fruit induisent le relâchement du ténia et de son emprise sur la paroi intestinale, ce qui facilite son expulsion. L'écorce de grenade, les racines et les feuilles ont été utilisées en décoction pour traiter les diarrhées, les troubles digestifs et stopper les hémorragies. Les fleurs séchées sont utilisées pour guérir les bronchites et les inflammations buccales (Stover et Mercure, 2007, cité par Bousallah.2010).

1.10.3. Autres utilisations

L'écorce de l'arbre du grenadier est utilisée au Japon pour la synthèse d'un insecticide. D'un autre côté, le bois de couleur jaune pâle, caractérisé par sa dureté, est utilisé pour la confection de cannes (Morton, 1987 cité par Boussalah, 2010).

2. Données bibliographiques sur quelques ravageurs potentiels des grenades

2.1. Mouche méditerranéenne des fruits :*Ceratitis capitata* Wiedemann 1829

L'espèce *Ceratitis capitata* est communément connue sous le nom de Cératite, mouche des fruits ou mouche méditerranéenne des fruits (Nouira, 2008). Elle appartient à la famille des Tephritidae, à la Sous famille des Trypetinae et à l'ordre des Diptera.

2.1.1. Origine et aire de répartition

La mouche méditerranéenne des fruits est le plus important ravageur des fruits dans le monde entier. Elle est originaire du nord de l'Afrique occidentale spécialement le Maroc. Son foyer d'origine serait constitué par les peuplements d'arganier, *Argania spinosa* (Sapotacée), qui serait probablement son hôte primitif.

C'est une espèce très polyphage et cosmopolite qui s'est établie dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales du monde. Des études récentes sur ses plantes hôtes et parasitoïdes, ainsi que l'analyse des microsattellites ont permis de confirmer qu'elle serait originaire d'Afrique du Sud.

Cayol *et al.* (2002) ont rapporté qu'elle a réussi à se disperser à travers les cinq continents en moins de 150 ans. Cette large dispersion est due à la rapidité des transports ainsi qu'à l'augmentation des échanges internationaux des produits agricoles, mais aussi sa grande capacité d'adaptation aux différents types de climat grâce à sa variabilité génétique.

En Afrique du nord, la cératite existe dans tout le littoral et le sublittoral depuis la Tunisie jusqu'au Maroc. Elle abonde surtout dans le bassin méditerranéen. Sa présence en Algérie remonte à 1898 pour Bovey *et al.* (1948) et à 1859 pour Bodenheimer (1951).

Les pays européens tels que l'Espagne, l'Italie et la France n'ont pas échappé à l'invasion par ce diptère (Piguet, 1960). Les régions d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud connaissent aussi une forte présence de ce diptère. De même qu'en Amérique du Nord où il a pu être éradiquée par la lutte autocide (Nunez, 1987).

2.1.2. Principaux caractères morphologiques

2.1.2.1. L'œuf

Il est de couleur blanche nacré, brillant de forme allongée et arquée, convexe du coté dorsal et concave du coté ventral (**Figure n°02**). Le tégument est nettement visible à la loupe binoculaire et on distingue bien ses particularités au microscope. Il est translucide lorsqu'il est fraîchement pondu, mesurant 0,9 mm à 1,1 mm de longueur sur 0,20 à 0,25 mm de largeur. La durée d'incubation varie avec la température (24h à 72h), les seuils thermiques étant de 18 et 38 °C (Delrio et al., 1986, cité par Titouhi et Maalaoui,2007).



Figure n°02 : Œuf de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (G40 x 10)
(Djaout, 2015).

2.1.2.2. Les larves

La larve du 1er stade est transparente et mesure environ 1mm de long. Au deuxième stade, les individus deviennent partiellement transparents et présentent la couleur de l'aliment ingéré (**Figure n°03**). Leur taille est variable et la base des crochets buccaux est mélanisée. Lorsque le développement est achevé, la larve atteint 7 à 8mm. A ce stade, les crochets buccaux sont totalement pigmentés. Les nutriments dont les larves se nourrissent sont les glucides, les protéines et l'eau et sont tirés du milieu dont lequel elles se développent, c'est à dire la pulpe du fruit. La larve se livre à une série de petits sauts qu'elle exécute et quitte ainsi le fruit hôte (Dridi, 1993, cité par Bachi, 2018).

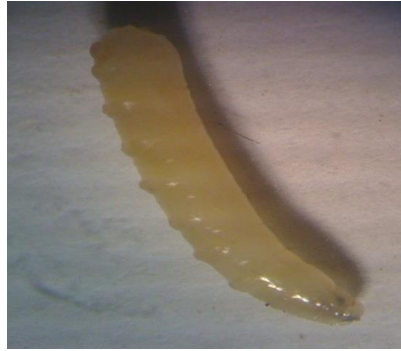


Figure n° 03 : larve du troisième stade de *C. capitata* (G40 x 10) (Djaout, 2015)

2.1.2.3. Pupes

Les pupes ont la forme d'un petit tonnelet arrondi. Elles mesurent environ 5 mm de longueur et 2 mm de diamètre, d'une couleur brun clair pour les jeunes pupes et brun foncé pour les pupes âgées (Bodenheimer, 1951 ; weems, 1981 cité par djaout, 2015).



Figure n° 04: Pupes de *C. capitata* (G40 x 10) (Djaout, 2015).

2.1.2.4. L'adulte

Pour Bodenheimer (1951), cette espèce est caractérisée par la couleur noire et jaune du corps. La longueur du corps varie entre 3,5 à 5 mm. La tête est jaunâtre chez le mâle et porte des soies orbitales très caractéristiques. Les yeux vert émeraude. Au niveau du thorax le scutellum est noir, portant des dessins et muni à sa partie antérieure d'une bande transversale sinueuse, de couleur jaunâtre (**Figure n°05**). Les ailes sont transparentes avec des bandes jaune-orange. L'abdomen, brun jaunâtre, portant des bandes transversales grises, se termine chez la femelle par un oviscapte. Lors de l'oviposition, les femelles piquent le fruit-hôte par l'oviscapte qui s'allonge à 1,2 mm de long (Back, 1918, cité par Hassani, 2003). Le **tableau n° 5** et la **figure n° 06** illustrent les caractéristiques du dimorphisme sexuel chez le mâle et la femelle de la cératite.



Figure n°06 :Adulte de *C. capitata* (G40 x 10)(Djaout,2015).

Tableau n° 06: Caractéristiques morphologiques du mâle et de la femelle de la *cératite* (Titouhi et Maalou, 2007)

Mâle	Femelle
<ul style="list-style-type: none"> -Une paire d'appendices frontaux fixes (soies fronto-orbitales). - Pilosité abondante sur les pattes antérieures. - Dernier segment abdominal forme le forceps portant l'anus et l'ampouleanale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence d'appendices frontaux. - Pilosité réduite sur les pattes antérieures. - Dernier segment est transformé en ovipositeur effilé

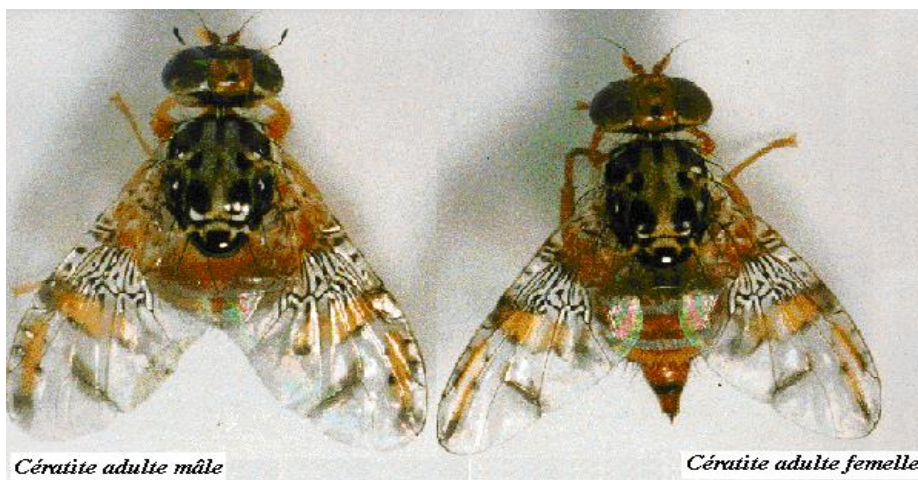


Figure n°07 : Aspect général du mâle et de la femelle de *Ceratitidis capitata* (Lachiheb, 2008)

2.1.3. Cycle Biologique :

La mouche méditerranéenne est caractérisée par une période pré-ovipositionnelle après laquelle la femelle s'accouple pour la formation des ovules mûrs qui seront ensuite pondus. La survie et la durée de développement de ce stade sont régies par plusieurs facteurs dont notamment, la température et les caractéristiques physicochimiques du site de ponte.

Les femelles adultes, grâce à leur oviscapte, pondent leurs œufs, groupés par 3 à 7, à l'intérieur des fruits, à une profondeur de 2 à 5mm, environ (**Figure n° 07**). (Nouira .2008)



Figure n° 08: Femelle de *Ceratitidis capitata* pondant dans une pêche.

Plusieurs femelles peuvent pondre dans le même fruit ce qui engendre d'avoir jusqu'aux 80 œufs par fruit. Dans les conditions optimales, la femelle peut pondre au cours de son cycle de vie environs 500 à 600 œufs. (Nouira .2008).



Figure n°09: Femelle de *Ceratitidis capitata* cité par (Nouira .2008).

Après 2 à 5 jours, les œufs éclosent et donnent des asticots qui s'enfoncent dans la pulpe du fruit. En fin de leur développement ces asticots quittent le fruit en effectuant un saut caractéristique de l'espèce et s'enfoncent dans le sol où s'effectue la nymphose. Les adultes récemment émergés se nourrissent des substances sucrées présentes sur les arbres fruitiers.

Le développement de la cératite est fortement dépendant des conditions climatiques: il se situe à 32°C, température qui permet l'achèvement d'une génération par semaine.

La dynamique des populations est fortement influencée par les conditions climatiques, la disponibilité des fruits hôtes et les facteurs biotiques de mortalité (Nouira, 2008).

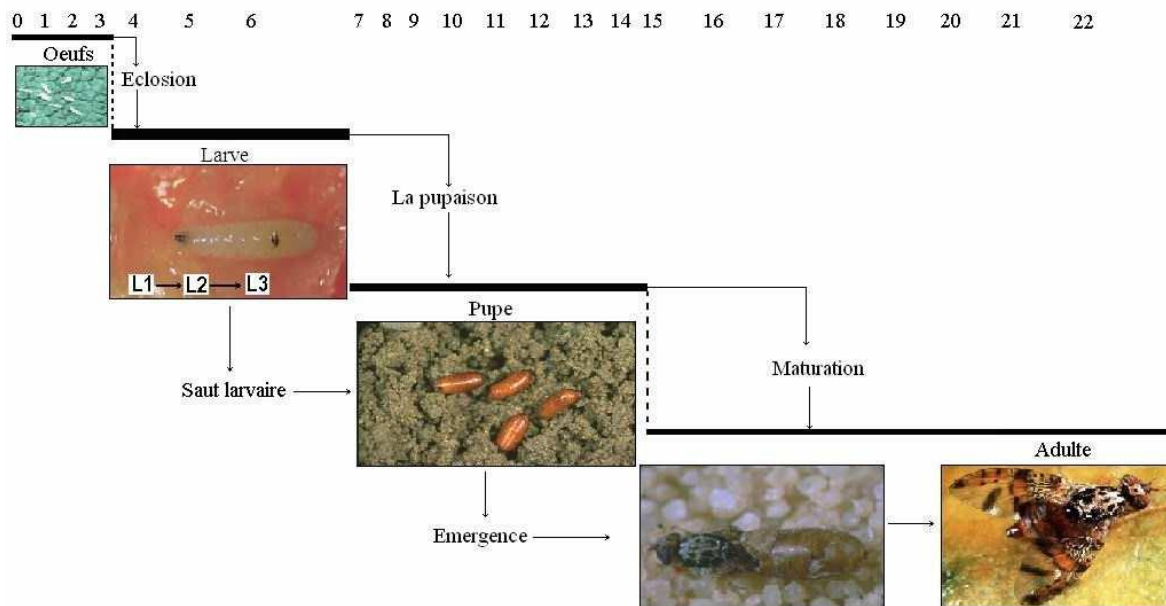


Figure n° 010 : Cycle biologique de la *cératite*.

2.1.4. Facteurs agissant sur le développement de *Ceratitis capitata*

Le développement de la mouche des fruits de l'œuf jusqu'à l'imago est sous l'influence de plusieurs facteurs biotiques et/ou abiotiques, perturbant ainsi les différentes étapes évolutives ou les arrêtant, ce qui amène parfois à la mort de l'individu. Ces facteurs peuvent être intrinsèques relatifs à l'insecte, ou extrinsèques dus au milieu environnant (Titouhi .2008).

2.1.4.1. Facteurs intrinsèques

Ils concernent principalement le potentiel reproductif qui dépend des caractéristiques biophysiques de la population telle que : la longévité des adultes et la fécondité des femelles. (Titouhi .2008).

2.1.4.2. Facteurs extrinsèques

Ils englobent les facteurs biotiques et abiotiques.

2.1.4.2.1. Les facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont essentiellement l'alimentation, la compétition intra-spécifique et interspécifique, le parasitisme, la prédation et la convenance de l'hôte. Il faut signaler que la compétition intra spécifique n'entre en jeu qu'à partir d'un seuil de densité

larvaire dépendant de la qualité de l'hôte (Whittier et *al* 1992, cité par Titouhi, 2008).

2.1.4.2.2. Les facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont essentiellement les facteurs climatiques : la température, l'humidité relative et la photopériode. (Titouhi .2008).

2.1.5. Plantes-hôtes et dégâts

2.1.5.1. Plantes-hôtes

La cératite est connue pour sa large gamme d'hôtes. Elle compte 353 espèces hôtes appartenant à plus de 67 familles. Parmi celles-ci, 5 renferment 40% des plantes hôtes:Rosaceae (10%), Rutaceae (9%), Sapotacea (9%), Myrtaceae (6%) et Solanaceae (6%).

(Liquido et al, 1990 , cité par Tlemçani 2010).

2.1.5.2. Dégâts

La mouche méditerranéenne est le ravageur le plus dangereux des Tephritidae. Elle est très polyphage et capable de causer des dégâts importants sur fruits mûrs ou très proches de la maturité. (Tlemçani,2010).

Ce ravageur cause des dégâts considérables qui peuvent engendrer, dans le cas de forte attaque, l'anéantissement de la totalité de la récolte. Ces dégâts se présentent comme suit :

- Des piqûres stériles qui induisent des taches brunâtres à la surface de l'écorce du fruit. Ces taches se cicatrisent et entraînent le dessèchement de la peau des fruits, ce qui déprécie leur qualité (**Figure n°10**).



Figure n° 11: Tâches brunâtres sur fruit.

- Des piqûres suivies d'une ponte qui produisent dans un premier temps des auréoles transparentes puis brunâtres. Ensuite, au terme du développement de la larve, la chair du fruit devient molle ce qui indique sa pourriture (Figure n°11). (Loussert, 1998 cité par Tlemçani, 2010).



Figure n°12: Piqûre de ponte de *C. capitata* sur fruit.

2.1.6. Méthodes de lutte

La détection précoce est très importante pour lutter contre la cératite. Un programme de détection utilisant des attractifs (sexuels et alimentaires) avec un suivi régulier est donc nécessaire. Les méthodes de lutte doivent débuter tôt, dès la formation des jeunes fruits.

2.1.6.1. Lutte prophylactique

Elle consiste à ramasser les fruits tombés/infestés et à les mettre dans un sac plastique que l'on place au soleil après l'avoir fermé hermétiquement. Après 48 heures les larves seront mortes. (Jean-François Vayssières, 2008)

2.1.6.2. Lutte biologique

De récentes recherches ont montré l'efficacité de certaines fourmis dans la réduction des populations de la cératite. C'est le cas de la fourmi tisserande *Oecophylla longinoda* dans le Bénin où sa présence dans les vergers réduit considérablement les dégâts des mouches des fruits (résultats IITA-WARDA-CIRAD Bénin).

2.1.6.3. Lutte intégrée

Comme pour toutes les espèces de mouches des fruits, la lutte contre les cératites doit faire appel à un ensemble de méthodes de lutte complémentaires. Elle sera d'autant plus efficace qu'elle sera menée à une large échelle dans l'espace et le temps. La lutte intégrée regroupe les méthodes de lutte citées plus haut et d'autres méthodes spécifiques comme l'utilisation des « station appât* » ("bait station"), des entomopathogènes, et les

* - Le "SuccessAppat" (S.A.) est un mélange comprenant des substances alimentaires et un insecticide à base de spinosad (0.24 g/l) susceptible d'attirer et de tuer les espèces de mouches des fruits présentes dans la zone d'intervention. L'insecticide naturel spinosad est obtenu par fermentation d'une bactérie du sol, *Saccharopolysporaspinososa*. L'appât est composé d'eau et d'attractifs alimentaires (protéines, sucres, arômes

traitements localisés. Cette dernière a été testée avec des résultats positifs au Bénin.(Jean-François Vayssières, 2008)

2.2. Mouche Africaine des figes *Zaprionus indianus* Gupta,1970

2.2.1. Origine et aire de répartition

La mouche africaine des figes est un diptère de la famille de Drosophilidae décrit en Inde mais soupçonné d'être originaire de la région Afro-tropicale. Dans le Nouveau Monde, il a été trouvé pour la première fois fin 1998 à São Paulo, Brésil et s'est depuis répandu rapidement dans toute l'Amérique du Sud et l'Amérique centrale (Vilela 1999; Goni et al. 2001; Tidon et al., 2003 cité par Renkema, 2013). Ce ravageur a été détecté pour la première fois en Amérique du Nord (Floride) en 2005 et est maintenant signalée dans de nombreuses régions de l'usât, du centre et États du sud. Cette espèce est actuellement mondialement répandu et considérée comme cosmopolite, présent dans les régions tempérées et tropicales (van der Linde et al. 2006; van der Linde 2013, cité par Renkema, 2013).

2.2.2. Plantes-hôtes

Zaprionus indianus est une espèce généraliste. En Afrique, les fruits mûrs d'au moins de 74 espèces végétales appartenant à 31 familles sont enregistrées comme sites de reproduction pour cette espèce. Une gamme d'hôtes similaire est notée en Amérique du Sud et du Nord et est devenu un ravageur important de figes (*Ficus carica* L.) au Brésil (Santos et al., 2003; Stein et al., 2003; van der Linde et al., 2006, cité par Renkema, 2013)

Ce ravageur est souvent associé à des fruits pourris endommagés ou tombés. Les larves sont capables d'envahir les tissus mous des figes avant la récolte. Les arbres fruitiers dont ce ravageur a été détecté sont : le grenadier *Punica granatum*, le néflier *Eriobotrya japonica*, le longane *Diospyros longan* et le cerise de la Barbrie de *Malpighia emarginata* (van der Linde et al. 2006; Pasini et al. 2011, cité par Renkema, 2013)

Dans le nord-est des États-Unis, *Z. indianus* a été signalé dans un vignoble, dans un champ champs de framboises, de mûres et des cerises.

de fruits...). Principe d'action : la mouche adulte est attirée par l'appât qu'elle consomme jusqu'à satiété et meurt rapidement (dans l'heure) sous l'effet de l'insecticide. Conditionnement : le SuccessAppat (S.A.) est vendu dans des contenants d'1 litre (Ph. 3) en suspension concentrée.

2.2.3. Principaux caractères morphologiques

Zaprionus indianus se distingue de tous les autres drosophilidés par sa couleur brun rougeâtre. La tête et le thorax présentent des rayures argentées uniques qui s'étendent dorsalement des antennes au pointe du scutellum et latéralement du bord du thorax à la base de chaque aile (Figure. 12 et figure 13). Au niveau du fémur antérieur, il y a 4–6 épines composites avec des épines secondaires courtes surgissant directement du fémur antérieur (gupta 1970;Steck 2005; van der linde et all. 2006; Yassin et david 2010, cité par Renkema, 2013)Yassin et David, 2010).



Figure n° 14 : *Zaprionus indianus* d'Afrique habitus dorsolatéral (photographie de Stephen)



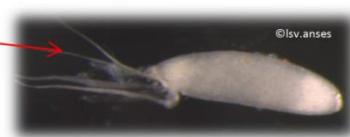
Figure n°13 : *Zaprionus indianus*, tête et vue latérale, montrant le composite thorax, vue dorsale



Les **adultes** sont de couleur brun orangé avec les yeux rouges (pour les spécimens vivants)
 Taille : 3 à 3,5 mm de long
 Des lignes caractéristiques sur la tête et l'abdomen
identifiables



Les **œufs** sont blanchâtres, allongés avec 4 filaments (uniquement 2 filaments chez *Drosophila suzukii*)
 Taille : 0,2 mm
non identifiables





Les **larves** sont semblables à celles des autres Drosophilidae notamment *Drosophila suzukii*.
Taille : jusqu'à 3,5 mm au dernier stade
non identifiables à l'espèce

Les **pupes** sont semblables à celles des autres Drosophilidae.

Taille : environ 3 mm

La forme des stigmates antérieurs permet de les différencier de celles de *Drosophila melanogaster* ou de *D. suzukii*

non identifiables à l'espèce

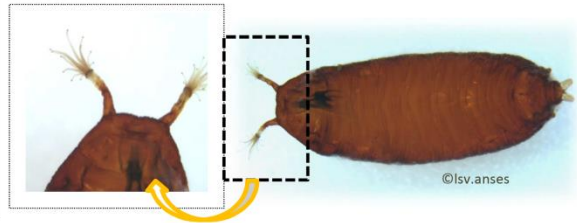


Figure n° 15 :Caractéristiques des différents stades biologiques de *Zaprionus indianus*

2.2.4. Dégâts

Les grandes populations de ce ravageur sont souvent observées l'année suivant sa détection initiale, notamment en milieu urbain. *Zaprionus indianus* n'est pas connu pour infester les fruits mûrs non endommagés (Ferreira et Tidon 2005, cité par Renkema, 2013)

2.2.5. Cycle Biologique

Comme toutes les Drosophiles, le cycle biologique de *Z. indianus* est composé d'un stade œuf, de 3 stades larvaires, d'une période de pupaison suivi du stade adulte. Ce cycle est bouclé dans 29 jours à une température de 18 °C et peut être réduit à 13 jours à 28 °C (données de laboratoire). Il peut y avoir plusieurs cycles par an en fonction des conditions météorologiques. La femelle pond ses œufs dans l'ostiole des figes proches de la maturité. Pour les autres fruits, elle profiterait des lésions déjà présentes sur les fruits (valérie Balmès.2015)

Chapitre II

Matériel et méthodes



Figure n° 17:Image satellitaire de la station d'étude (Elkharza) Source:Google Earth

1.2. Caractéristiques climatiques

1.2.1. Température

La température est l'élément le plus important du climat étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Dreux (1980), considère que la température est un facteur écologique capital car elle agit sur la répartition géographique des espèces animales.

Les températures mensuelles, maxima et minima de Boussaâda et de la région d'étude El kharza pour une période de 20 ans (1988 – 2018) sont mentionnées dans le tableau n°4.

Seltzer (1946), note que pour une élévation de 100 m, un abaissement de 0.4 C° doit se faire pour les températures minimales (m) et de 0.7 C° pour les températures Maximales (M). Les températures moyennes de la région d'étude (El kharza) qui se situe à 760 m d'altitude sont estimées à partir des données de la station de Boussaâda qui se trouve à 461 m d'altitude. La différence altitudinale étant donc de 299 m.

•Calcul de la température maximale (M) :

$$T^{\circ} \text{ max} = 0.7 * 299 / 100$$

$$T^{\circ} \text{ max} = 2.09 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Chaque valeur de la température maximale mensuelle de la station de Boussaâda diminue de 2.09 °C ce qui correspond aux valeurs des températures maximales mensuelles de la station d'El kharza.

•Calcul de la température minimale (m) :

$$T^{\circ} \text{ min} = 0.4 * 299 / 100$$

$$T^{\circ} \text{ min} = 1.19 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Chaque valeur des températures minimales mensuelles de la station de Boussaâda diminue de 1.19°C pour obtenir son équivalence à El kharza.

Les températures moyennes mensuelles minimales, maximales d'El kharza obtenues après corrections pour la période allant de 1988 à 2018 sont mentionnées dans le **Tableau n°5** suivant :

Tableau n° 05 : Températures moyennes mensuelles minimales, maximales et amplitude thermique de la région de Boussaâda et d'El kharza (1988-2018).

	TC°	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Boussaâda	T Max	12.7	14.1	16.7	20.3	23.5	27.5	31.2	31	27	22	17.3	14.1
	T min	3.2	3.8	5.5	7.8	10.5	14	16.3	16.3	14.7	10.9	7.4	4.57
	(M+m)/2	7.95	8.95	11.1	14.05	17	20.75	23.75	23.65	20.85	16.45	12.35	18.6
	M-m	9.5	10.3	11.2	12.5	13	13.5	14.9	14.7	12.3	11.1	9.9	9.53
Elkharza	T Max	10.61	11.91	14.61	18.21	21.41	25.41	30.11	28.91	24.91	19.91	15.21	12.01
	T min	2.01	2.61	4.31	3.61	09.31	12.81	15.11	15.11	13.91	9.71	6.21	3.31
	(M+m)/2	6.31	07.26	9.46	12.41	15.36	19.11	22.61	22.01	19.41	14.81	10.71	07.66
	M-m	08. 6	9.3	10.3	11.6	12.1	12.6	15	13.8	11	10.2	9	8.7

(Source : S.M.M, 2019).

M : Température moyenne mensuelle maximale ; **m** : Température moyenne mensuelle minimale ; **(M+m)/2** : Température moyenne mensuelle ; **M-m** : Amplitude thermique

Les températures moyennes observées au cours des 30 années indiquent que le mois de janvier est le plus froid avec 6.31°C alors que le mois de juillet est le plus chaud avec 22.61°C

1.2.2.Précipitations:

Pour la grande partie du monde, les précipitations représentent la source principale d'eau pour la production agricole. Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres leur volume, leur intensité, les mois et aussi les années (Ramade, 2003,cité par Mahieddine , 2019).Selon ce même auteur, les précipitations présentent aussi de fortes variations dans leur répartition qui est très irrégulière à la surface des continents. (Seltzer ,1946, cité par

Mahieddine , 2019)a mis en évidence une relation entre la pluviométrie (P) et l'altitude. Il note que les précipitations augmentent de 20 mm, tous les 100 mètres d'altitude. De ce fait un coefficient de correction (K) est calculé et sera multiplié pour toutes les valeurs de précipitations enregistrées pour la station de référence qui est celle de Bousaada. Le coefficient K est calculé de la manière suivante :

$K = P.$ moyenne annuelle à la station recherchée/ $P.$ moyenne annuelle à la station de référence Avec P : précipitation

•Calcul des précipitations dans la station El kharza :

La région d'étude se trouve à une altitude de 760 m alors que celle de Boussaâda qui représente la station de référence est de 461 m.

La différence d'altitude est 299 m.

La différence de précipitations pour une altitude de 299 m est de : $299 * 20/100 = 59.8$ mm

-Donc les précipitations annuelles à 760 m d'altitude sont de : $212 + 59.8 = 271.8$ mm

•Calcul du coefficient de correction (K) :

$K = P$ moyenne annuelle à 760 m / $p.$ moyenne annuelle à 461m.

$K = 271.8 / 212$

$K = 1.28$

On multiplie chaque valeur de précipitation mensuelle de la station de Boussaâda (461m) par le coefficient K (=1.28), pour déterminer les valeurs mensuelles correspondant à la station d'étude (**Tableau n°6**).

Tableau n° 06 : Précipitations moyennes mensuelles P (mm) El kharza (1988- 2018)

P(mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Boussaâda	22	14	21	16	26	16	6	8	20	22	24	17	212
Elkharza	23.28	15.28	22.28	17.28	27.28	17.28	7.28	9.28	21.28	23.28	25.28	18.28	227.36

D'après le tableau 12, le total des précipitations enregistrées durant les 30 années (1988-2018) à El kharza sont supérieures à celles enregistrées à Boussaâda soit 227.36 mm contre 212 mm respectivement. Le mois le plus pluvieux est celui de Mai avec une moyenne de 27.28 mm alors que le mois de Juillet est le plus sec avec une moyenne de précipitation égale à 7.28 mm.

1.3.Synthèse climatique

La synthèse climatique est réalisée par le Diagramme ombrothermique de Bagnouls ainsi que le Climagramme d'Emberger.

1.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme est présenté par des courbes de températures et de précipitations. L'ordonnée doit être graduée de telle sorte que $P=2T$. Cela permet de représenter le déroulement annuel des précipitations, des températures et laisser apprécier le rapport entre précipitations et températures, puisque la sécheresse apparaît quand la courbe de température passe au-dessus de la courbe des précipitations. Le diagramme ombrothermique de la région d'El Kharza est tracé selon les données de 30 ans (1988 – 2018) et illustré par la figure n°36.

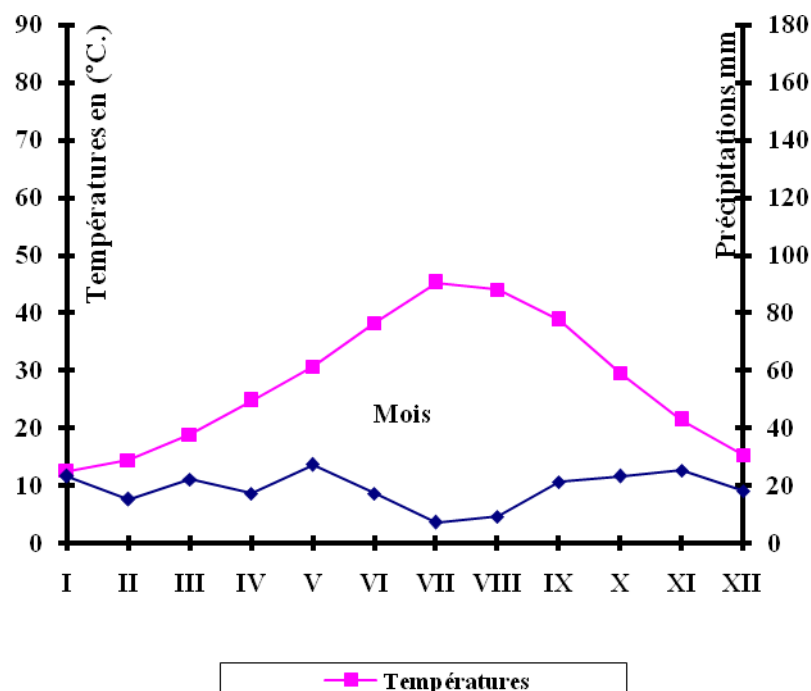


Figure n°18: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région d'El kharza

1.3.2. Climagramme pluviothermique d'Emberger

La classification la plus souvent utilisée a été élaborée par **Emberger** en utilisant un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur d'un « quotient pluviothermique » d'une localité déterminée est rapportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froide l'année en abscisse.

Stewart (1969) donne la formule suivante qui est adaptée au climat méditerranéen :

$$Q3 = 3,43 * P / (M - m).$$

Q3: étant le quotient pluvio-thermique retenu par **Stewart** (1968; 1975) pour l'Algérie.

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

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

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

le **Tableau n°7** regroupe les valeurs utilisées pour définir l'étage bioclimatique dont elle appartient la région d'El Kharza.

Tableau n° 07: Valeurs de Q3, P, M, m et M-m notées dans la région d'Elkharza depuis 1988 jusqu'à 2018.

Paramètres	P (mm)	M (C°)	M(C°)	Q3
Valeurs	227.36	30.11	2.01	27.75

La valeur du quotient d'Emberger Q3 est de 27.75 et la température annuelle minimale est de 2.01C°. Ces deux valeurs positionnent la région d'Elkharza dans l'étage bioclimatique aride supérieur à hiver frais comme le montre la **Figure n° 19**.

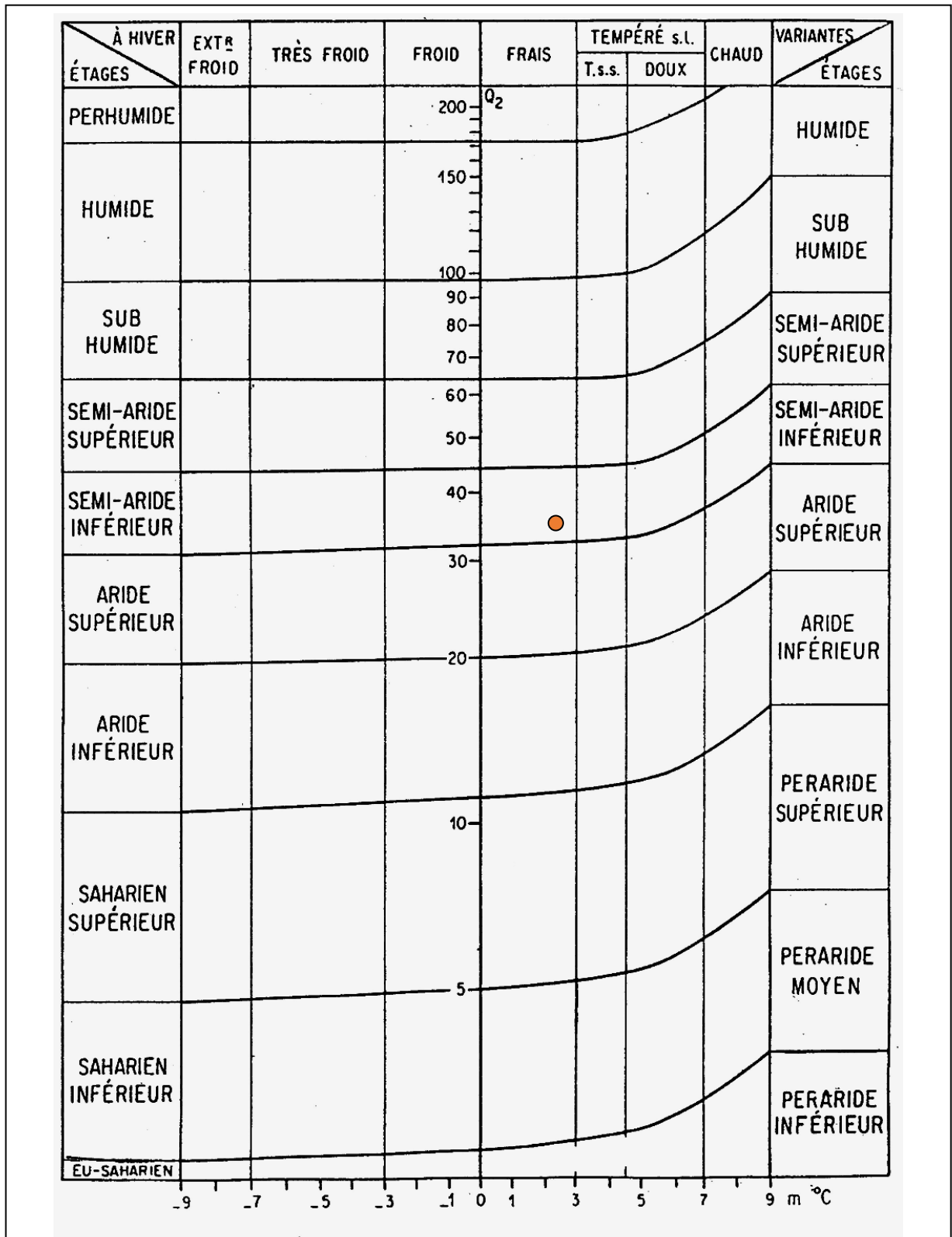


Figure n° 20: Climagramme d'Emberger pour la région d'Elkharza de la période allant de (1988 à 2018).

2. Choix de la station d'étude

L'expérimentation a eu lieu dans deux vergers situés dans la région d'El Kharza. La description des deux vergers est résumée dans le **Tableau n°8** suivant :

Tableau n°8:Caractéristiques des deux vergers choisis dans la station d'El kharza(Boussaada)

Station	Age	Superficie (m ²)	Nombre d'arbres	Distance entre arbres	Traitement chimique	Brise vent
Verger 1	47 ans	400	100	2 (m)	Absence	<i>Atriplexhalimus</i>
Verger 2	89 ans	600	200	Non respectée	Absence	<i>Atriplexhalimus</i>

3. Piégeage des mouches de fruits

Il faut signaler que le piégeage est effectué par la Doctorante Aouari I. qui a utilisé sur le terrain un piégeage massif par deux sortes de pièges à savoir les pièges Olike et les pièges à drosophile.

3.1. Piège Olike

Ce type de piège est utilisé pour la capture de la cécidomyie *Cécidomyia capitata*. Le piège est une bouteille en plastique entourée à l'extérieur par une bande jaune pour attirer les mouches (attraction visuelle). Il contient une solution de Sulfate d'ammonium (N₂H₈SO₄) 20 g par ½ d'eau pour l'attraction alimentaire. Chaque bouteille est ensuite suspendue à une branche de grenadier (**Figure n° 19**) et sont laissés pendant une durée de 30 jours (1mois). Pour chaque mois, 10 pièges ont été placés dans chaque verger. L'échéancier de mises en place des pièges est noté dans le tableau 09.



Figure n°21: Le piège massif (photo originale).

3.2. Piège à Drosophile

Ce piège est conçu pour le piégeage de *Zaprionus indianus*. Il est fabriqué avec une bouteille en plastique de couleur brun rouge et percée de 6 trous (4 à 5mm) à mi-hauteur. Le piège est rempli avec une solution d'eau, de vinaigre et de quelques gouttes de liquide vaisselle (solution de détergent). Il est ensuite suspendu à une branche de grenadier (**Figure n° 19**) et laissé pendant une durée de 1mois. Pour chaque saison, 10 pièges ont été placés dans chaque verger. L'échéancier de mises en place des pièges est noté dans le **Tableau n°9**.

Tableau n°9: Echancier du piégeage de *Cératitidis capitata* et de *Zaprionus indianus*

DATES DES SORTIES	VERGER 01		VERGER 02	
	Nombre Pièges Olipe	Nombre Pièges Droso	Nombre Pièges Olipe	Nombre Pièges Droso
4/5/2018	10	10	10	10
17/6/2018	10	10	10	10
31/7/2018	10	10	10	10
13/9/2018	10	10	10	10
27/10/2018	10	10	10	10
10/12/2018	10	10	10	10
23/1/2019	10	10	10	10

Il faut noter que pour la date du 31/07/2018 tous les pièges (Droso, Olipe) ont été détruits par l'action du vent. Nous avons exploité les résultats des sorties effectuées pendant le mois de juin, septembre et octobre.

4. Exploitation des résultants

4.1. Fréquence centésimale ou Abondance relative (AR%)

La fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce par rapport au nombre total des individus recensés dans le même échantillon (Gobat *et al.* 2010). Elle est calculée par la formule suivante :

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

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

N : est le nombre total des individus toute espèce confondue.

Chapitre III

Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

1. Abondance relatives

Les résultats des deux types de pièges utilisés pour la capture de *Ceratitis capitata* et de *Zaprionus indianus* sont enregistrés dans le 16.

Tableau n° 10: Nombre et abondances relatives (AR %) des ravageurs capturés par le piège Olipe et le piège à Drosophile dans les grenaderaies d’El Kharza.

Espèce	Juin		Septembre		Octobre		V1		V2	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	N	AR%	N	AR%
<i>Ciratitis capitata</i>	92	97	58	72	69	118	219	78.49	287	82.23
<i>Zaprionus indianus</i>	11	16	42	32	7	14	60	21.51	62	17.77
Total (N)	103	113	100	104	76	132	279	100%	349	100%
AR % / mois	47.68	52.31	49.02	50.98	36.54	63.46				

Les deux types de pièges utilisés ont permis la capture de 279 ravageurs (219 individus de *C. capitata* et 60 individus de *Z. indianus*) dans la grenaderaie 1 et 349 ravageurs (287 *C. capitata* et 62 *Z. indianus*) dans la grenaderaie 2. Le nombre d’individus de la cératite *C. capitata* est toujours plus élevé que celui de *Z. indianus*. En conséquence, la cératite est plus abondante que la drosophile *Z. indianus* dans les grenaderaies. L’abondance relative de la cératite, la plus importante est enregistrée au niveau du verger 2 soit 82.23 % contre 78.49 % pour le verger 1. Par contre, les nombres des individus de *Z. indianus* se rapprochent dans les deux vergers correspondant à une abondance de 21.51 % pour le verger 1 et 17.77 % pour le verger 2.

Concernant les abondances des ravageurs selon les mois, nous remarquons que dans le verger 2, un taux élevé soit 63.46 % est enregistré en mois d’octobre. L’abondance la plus élevée qui est notée pour le verger 2 se trouve en mois de juin soit 52.31 %.

1.1. Etude de l’évolution du nombre des mâles et des femelles de *C. capitata*

Le **Tableau n° 11** et la **Figure n° 22** illustrent le nombre de mâles et de femelles de *C. capitata* dans le verger 1 en fonction du temps. Le nombre de mâles et de femelles fluctue durant l’année avec un pic observé pendant le mois de juin. Dans cette période, le nombre de femelles est plus élevé que celui des mâles.

Dans la période automnale en mois de septembre, le nombre total de cératite diminue et on observe une élévation du nombre de mâles par rapport aux femelles. On remarque à

nouveau l'augmentation du nombre des femelles et une diminution du nombre des mâles durant le mois d'octobre .

Tableau n° 11 : nombre de males et femelles de *C. capitata* piégés par l'Olive (verger1)

Mois	Nombre de Mâle	Nombre de Femelle
Juin	41	51
Septembre	36	22
Octobre	24	45

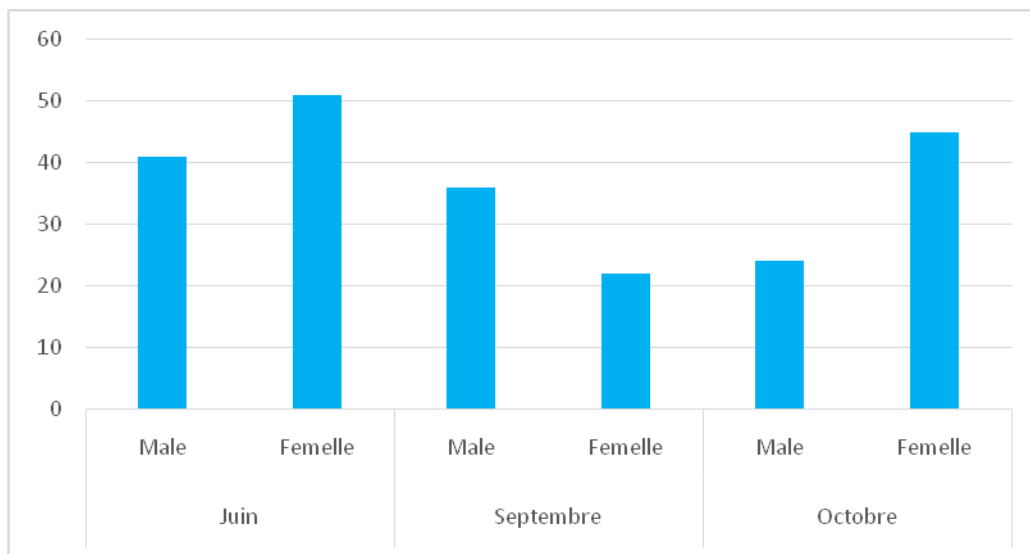


Figure n°23: Nombre de mâles et de femelles de *Ceratitidis capitata* (V1)

Le diagramme de la **Figure n°20** montre une augmentation significative (un pic) du nombre de cératite est observé en période automnale (octobre) où le nombre des femelles est supérieur à celui des mâles. Durant la période estivale (juin), on enregistre aussi une augmentation des cératites qui est suivi par une diminution des nombres mais avec le nombre de femelles presque en égalité avec celui des mâles (en septembre).

Tableau n° 12: nombre de males et femelles de *C. capitata* piégés par l'Olive (verger2)

Mois	Nombre de Mâle	Nombre de Femelle
Juin	42	55
Septembre	35	37
Octobre	42	76

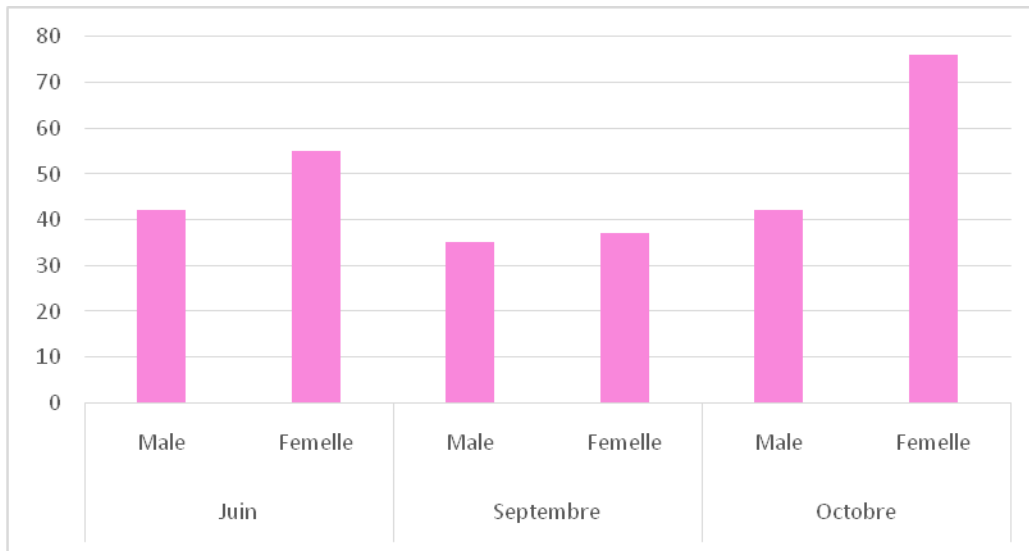


Figure n°24: Nombre de mâles et de femelles de *Ceratitits capitata* (V2)

1.2. Comparaison entre les deux ravageurs *Z. indianus* et *C. capitata*

Selon les diagrammes (figure n°20 et 21) qui montrent la dynamique de *C. capitata* et celle de *Z. indianus* en fonction du temps dans le premier verger de grenadier, le nombre de *C. capitata* (92 individus) est plus important que celui de *Z. indianus* (11 individus) pendant la période estivale.

Au début de la période automnale on observe au mois de septembre une diminution du nombre de *C. capitata* et une augmentation significative du nombre des *Z. indianus*.

Dans le deuxième verger, le nombre de cératites est toujours plus élevé par rapport à celui de *Z. indianus* surtout dans la période automnale (118 individus vs 14 individus).

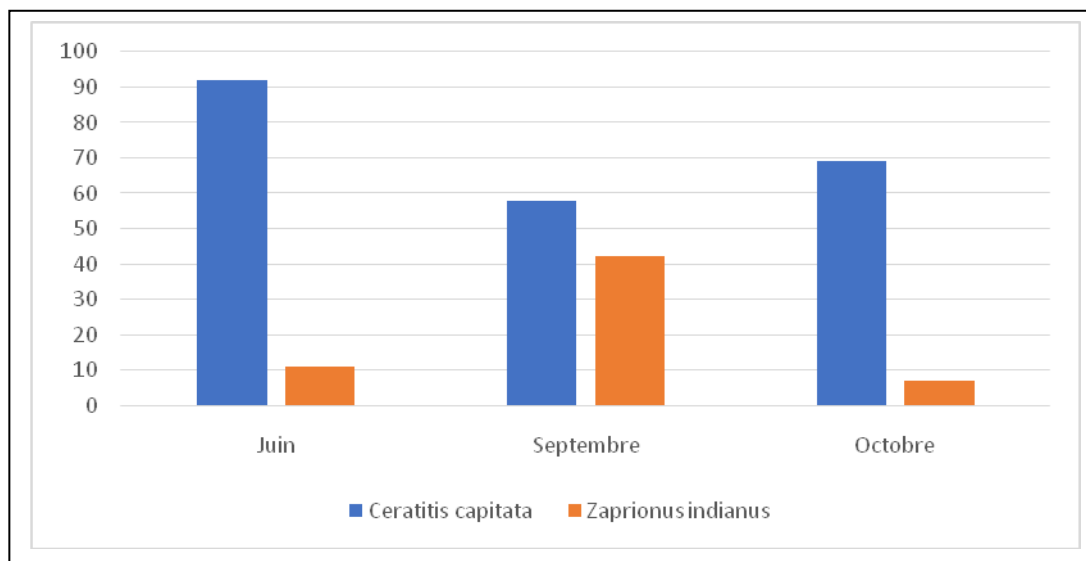


Figure n°25: Dynamique de *Ceratitis capitata* et de *Zaprionus indianus* (V1)

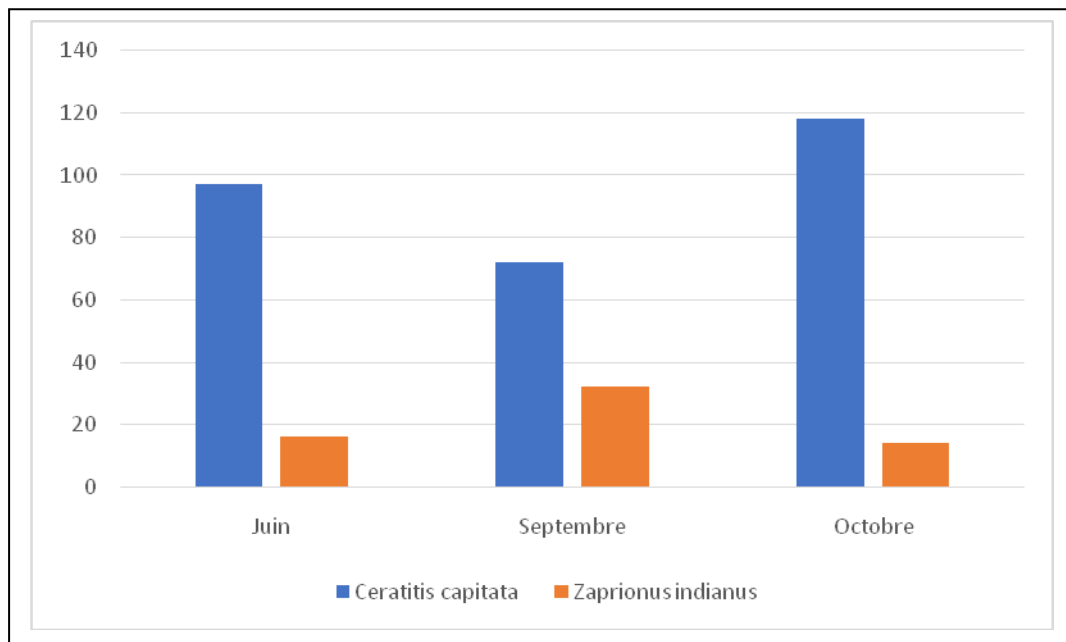


Figure n°26: Dynamique de *Ceratitis capitata* et de *Zaprionus indianus* (V2)

1.3. Discussions

La dynamique de deux ravageurs *C. capitata* et *Z. indianus* a été suivie durant l'année 2018 dans deux grenaderies à El Kharza. Deux générations sont observées à travers les fluctuations des effectifs enregistrées sur les diagrammes. La première génération apparaît en juin-juillet et la deuxième en octobre-novembre ce qui correspond à la période estivale et automnale.

La mouche des fruits *C. capitata* existe dans les deux vergers en grand nombre pendant la période estivale (juin-juillet). Étant donné que les fruits du grenadier ne sont pas encore mûrs en cette période, nous pouvons interpréter le nombre élevé de cératites par la présence d'une autre plante hôte dans le verger à savoir le figuier. Ce dernier constitue un foyer pour ce ravageur en attendant que les grenades mûrissent. Par contre, durant la période automnale, la remontée de l'effectif de ce ravageur est due à la disponibilité des grenades qui deviennent réceptives pour les femelles. Ces dernières les utilisent pour pondre leurs œufs. Le développement larvaire se déroule à l'intérieur des grenades où les conditions physico-chimiques ainsi que les conditions climatiques sont favorables (un milieu chaud et sec, température élevée). Le même constat est signalé par (Vassières et al. 2005) en Soudan. D'après cet auteur, les cératites préfèrent les climats chauds et secs et sont abondantes dans la zone soudanaise.

Vassières et al. (2005) notent que les espèces de cératites sont plus abondantes en saison sèche. Leurs niveaux de populations diminuent dès les premières pluies, mais remontent ensuite. (Jean François et les autres, 2008)

Par contre, on n'enregistre pas de grands effectifs pour *Z. indianus* à la période automnale dans les 2 vergers car les conditions abiotiques sont défavorables, les températures élevées ne conviennent pas à la survie de ce ravageur.

Au début de la période automnale on remarque une petite diminution d'effectifs de *C. capitata* qui est remplacé par *Z. indianus*. Ce dernier, est considéré comme ravageur secondaire et selon (Karan et al. 2000, cité par Jean François et les autres, 2008), préfère généralement un climat chaud mais s'adapte aux climats plus froids. (Da Mata et al. 2010, cité par Jean François et les autres, 2008) indiquent que ce ravageur montre une plasticité dans la tolérance aux conditions environnementales et la capacité de survivre dans les régions tempérées.

Il est également important de continuer à ramasser les fruits piqués tombés à terre et de les détruire pour empêcher l'émergence de nouvelle génération.(Burcu Özbek Çatal, 2019)

Dans le cas du grenadier, la saison à risque est limitée à l'automne et même si le risque d'attaque est relativement élevé, il n'a pas d'effet sur la production car généralement pendant cette saison on ne trouve sur les arbres que les fruits restant après récolte,(Kaoutar Fahad, 2014) d'équivalent à une diminution des *Z. indianus* en octobre en raison du manque de condition de vie adéquate.

En Tunisie, le même constat est enregistré par .(S. Ben chaaban et al , 2018) sur le citronnier. En effet, après un déclin des effectifs des populations au cours de la deuxième semaine de septembre suite probablement aux fortes précipitations enregistrées, on assiste de nouveau à une reprise de l'augmentation des densités du ravageur. Cette relance est favorisée par la véraison des fruits et des conditions climatiques. L'effectif des mouches capturées s'élève progressivement durant les mois de septembre, octobre et novembre. Les captures se sont accrues très rapidement durant les mois d'octobre et de novembre.

1.4. Suggestions et recommandations pour l'agriculteur.

- Une fois que les arbres fruitiers commencent à pousser, les mouches viennent pond leurs œufs à l'intérieur et les larves se précipitent avec leur liquide juteux. Pour éviter cette attaque, il est conseillé de cueillir les fruits dès leur maturation et d'éviter l'infection des fruits tombés sur le sol.
- Le verger doit être nettoyé régulièrement et les fruits tombé scollectés au-dessus du sol pour contrôler et prévenir la propagation de l'insecte.
- Il faut poser les pièges durant la fructification « dès que les fruits commence à apparaître ,les femelles viennent pondre leurs oeufs

Conclusion

Conclusion

L'étude de dynamique des populations des mouches des fruits c' est effectuée dans deux grenadiers à l'kharza (M'sila) durant les deux périodes estivale (juin) et automnale (septembre et octobre).

Deux méthodes de piégeage sont utilisées, celle des Piège olipe et du piège drosophile. Durant deux saisons, le piège Olipe, l'emplacement de 20 bouteilles pendant le mois de juin au niveau des deux vergers (10 dans verger 1 et 10 verger 2). Nous avons pu recenser 506 individus de *ceratitis capitata* dans les 2 vergers (les mâles est 210 et les femelles est 286) . Suit a l'emplacement des pièges drosophile le même chose en place 20 bouteilles (10 dans le verger 1 et 10 dans le verger 2) Nous avons pu recenser 122 individus de *Zaprionus indianus* dans les deux vergers ,L'espèce la plus dominante est celui là *ceratitis capitata* avec 78,49% verger « 1 » et 82,23% Verger « 2 » et les de *Zaprionus indianus* avec 21,51% verger « 1 » et 17,77.% verger « 2 » .

Donc les mesures nécessaires doivent être prises pour limiter la propagation de cet ravageur et l'éliminer par des luttés curatives (biologique ,physique , chimique)et l'autre préventives comme les mesures de sensibilisation visant à favoriser l'introduction et la protection de ces fourmis dans les vergers infestés par les mouches et aussi doivent être entreprises.

L'identification du complexe d'ennemis naturels associés à la cécidite doit être envisagée et son efficacité estimée. Des mesures de gestion et de protection des habitats de ces ennemis naturels doivent être préconisées impérativement.

En fin, Nous concluons que la combinaison entre l'abondance des espèces L'évolution du nombre est liée aux conditions météorologiques et aux conditions vitales telles que l'hôte et d'autres conditions statiques.

La référence bibliographique

La référence bibliographique

- 1-Achouche Mohammed & Azouzi Ahmed: Evaluation in vitro du pouvoir hypoglycémiant des extraits des feuilles de *Punicagranatum* L, spécialité: Physiologie Cellulaire Et Physiopathologie, Université Djilali Bounaama de Khemis (Miliana), l'obtention du diplôme de Master, 2018/2019.
- 2-Aouari Ibtissem, Entomofaune associée au grenadier et importance des attaques de *Ceratitiscapitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera:Tephritidae) dans la région d'El Kharza (Sidi Aneur, M'sila), spécialité: Protection des végétaux, pour l'obtention Du diplôme de Master Académique, Université Mohammed Boudiaf de m'sila, 2017 /2018.
- 3-Bachi Karima : Bioécologie de la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitiscapitata* Wied. 1824 (Diptera:Tephritidae) sur quelques variétés fruitières en Kabylie. Essai de lutte biologique au laboratoire, Spécialité : Sciences Biologiques, Option : Ecologie et Biodiversité Animales des Ecosystèmes continentaux, these de doctorat, 2018
- 4-Bakhtaoui Halima : Effet des extraits phénoliques des écorces de grenade (*Punica granatum. L*) sur l'évolution des paramètres physicochimiques et microbiologiques d'un lait fermenté de type yaourt, spécialité: Biotechnologies alimentaires, Master en sciences agronomiques, Université Abdelhamid Ben Badis (Mostaganem), 2018 / 2019, p6.
- 5-Ben CHaaban et les autre : *Evaluation of integrated control based on the CeraTrap® and Moskisan® mass trapping system against Ceratitiscapitata (Diptera:Tephritidae) on citrus fruits in Tunisian oases , journal of New sciences, Agriculture and Biotechnology, Tunis , Volume 57 (3). Published September 01, 2018.*
- 6- Benyahia Hadjeret Hadbi Fahima: *Microencapsulation de la poudre de l'écorce de grenade (PEG) par coacervation complexe (pectine/caséine): Essai d'incorporation dans le yaourt , spécialité: Sciences et biotransformation du lait En vue de l'obtention du diplôme de Master, Université M'hamed Bougara (Boumerdes) , 2016.*
- 7- Boussalah Nouredine: *Propriétés antioxydantes de deux variétés de grenade (Punicagranatum L.) de la région de Béjaïa, spécialité : Contrôle de Qualité des Aliments, Certification et Méthodes de Validation, Mémoire de Magister, Université Abderrahmane mira - bejaïa , 2009-2010 , p1.*
- 8-Burcu Özbek Çatal : *New invasive species in Turkey: Zaprionus indianus (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) , KSÜ Tarım ve Doğa Derg , revue 22 , turque , 2019*

- 9-Chahnez Sanaa: Effet de l'Irradiation sur les propriétés antioxydantes, antimicrobiennes & cytoprotectrices de l'écorce de *Punica granatum*, l'obtention du diplôme de master professionnel, spécialité : sécurité sanitaire des aliments, 2012 / 2013,
- 10- Djaout Kahina : Essai de lutte bio-insecticide contre la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824), (Diptera : Trypetidae) avec l'extrait des feuilles de la lavande (*Lavandulastoechas*) au laboratoire, Spécialité : Entomologie Appliquée à la Médecine, à l'Agriculture et la Foresterie, master en biologie, Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou faculté des sciences biologiques et des sciences Agronomiques Département de Biologie Animale et Végétale, 2015
- 11-Douaouri Nor El Houda: Contribution à une étude phytothérapeutique, anti inflammatoire et antioxydante du grenadier (*Punica granatum*L.) – Etude in vivo, Thèse de Doctorat 3ème Cycle (LMD), spécialité: Plantes Médicinales et Phytothérapie, 2017- 2018.
- 12-Faten Titouhi, Sana Maalaoui : Lutte Autocide Contre La Cératite *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Tephritidae), Spécialité : Sciences Agronomiques, projet de fin d'études du cycle ingénieur, 2006/2007
- 13-Hassani Faïçal : Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrumes par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) dans la région de Tlemcen, Option: Ecologie animale, mémoire de magister, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, le 29 septembre 2003
- 14-Ilhem Hmid : contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punicagranatum* L.), caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. spécialité : alimentation et nutrition, thèse doctorat, université d'Angers – France. 2013.
- 15-J. M. Renkema : first records of *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) from commercial fruit fields in Ontario and Quebec, Canada. *Journal of Economic Entomology* volume 144, 2013. p125. traduit avec les chercheurs.
- 16-Jean François et les autres: Les mouches des fruits du genre *Ceratitis* [Diptera: Tephritidae], Projet Régional de Lutte Contre les Mouches des Fruits en Afrique de l'ouest, IITA-CIRAD, Montpellier _ France, avril 2008.
- 17- Jean-François Vayssières et les autres: Les mouches des fruits du genre *Ceratitis* [Diptera: Tephritidae] en Afrique de l'Ouest, Projet Régional de Lutte Contre les Mouches des Fruits en Afrique de l'Ouest, CIRAD, UPR Production fruitière, Montpellier, F-34398 France; IITA, Cotonou, Bénin. Avril 2008.

- 18-Kaoutar Fahad et les autre : 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, université Liège , Revue 67 , 2014.
- 19-Lachiheb Abdallah : Optimisation de la dose d'irradiation dans le cadre du projet de lutte par la Technique de l'Insecte Stérile (TIS) contre la cératite (*Cératitis Capitata*), Rapport de Projet de Fin d'Etudes (Cycle Ingénieur) ,Filière : Production Agricole ,Spécialité : Production Végétale , Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne, 2007-2008.
- 20-Nouira Manel : Etude d'effet de l'irradiation sur les paramètres de qualité des mâles stériles de la Cératite *Ceratitis capitata* (Wied.) et amélioration par aromathérapie, projet de fin d'études filiere ingenieur, spécialité : horticulture ,option : protection des plantes, institut superieur agronomique de chott mariem , université de sousse, : 2007/2008.
- 21-Tlemçani Meriem : possibilités d'amélioration de la compétitivité sexuelle chez les mâles de la souche à déterminisme sexuel génétique *ceratitis capitata* wiedmaan (Diptera :Tephritidae),Projet de Fin d'Etudes (Cycle Ingénieur),option :phytaine, institut national agronomique de Tunisie , juin 2010.
- 22-Valérie Balmès : fiche de reconnaissance de *zaprionusindianus* gupta 1970 mouche africaine de la fatigue. Anses Unité d'entomologie et plantes invasives. 22/10/2015
- Zolalaina Andriamanantena :Efficacité du vinaigre edecidre pour controller les mouches de fruits, Tephritidae, universite d'antananarivo ecole superieure des sciences agronomiques, diploma de Master II, 2012_2017,page1.

الملخص

تمحورت دراستنا هاته على دراسة ديناميكية تطور ثلاث حشرات تعيش في فاكهة الرمان هاته الحشرات تم دراستها نظريا ومنهجيا وتبيان ديناميكية تطورها ، وقد قمنا بدراستنا التجريبية في بستانيين من شجر الرمان في منطقة الخرزة ببوسعادة بولاية المسيلة لتبيان أعداد هاته الحشرات ودرجة انتشارها وخطرها على هذا الانواع من الفواكه ، كما ركزنا على ثلاث أنواع من الحشرات ألا وهي (Ceratitis capitata) Zaprionus indianus and drosophila melanogaster ، كما اعتمدنا على نوعين من المعاينة لهاته الحشرات عن طريق تركيب نوعين من الفخاخ ، النوع الأول فخ "أوليب" و"فخ" "دروسو" ، حيث وجدنا في هاته الفخاخ حشرتين (Ceratitis capitata and Zaprionus indianus) ، وفي الاخير تم تشخيص ديناميكية تطور هاته الحشرات في البستانيين حيث وجدنا أن حشرة Ceratitis capitata الأكثر ضررا وتواجدا من Zaprionus indianus

Abstract

The present study is carried out in two grenadiers in Elkharza (Bousaâda _M'sila). The work concerned the abundance and assessment of fruit fly infestation associated with this agroecosystem Ceratitis capitata, Zaprionus indianus, and drosophila melanogaster. We combined two methods for fly sampling: The olipe trap and the droso trap. There is a significant abundance of flies (Ceratitis capitata and Zaprionus indianus) that has been recorded in traps. The diagnosis of the dynamics on the two orchards that shows Ceratitis capitata with more dominance than that in the two Zaprionus indianus orchards

Résumé

La présente étude est réalisée dans deux grenaderaies à Elkharza (Bousaâda _M'sila). Le travail a concerné de connu l'abondance et l'évaluation d'infestation des mouches des fruits associés à cet agroecosystème Ceratitis capitata, Zaprionus indianus et drosophila melanogaster. Nous avons combiné deux méthodes pour l'échantillonnage des mouches: Piège Olipe et piège droso . Il y a une abondance importante des mouches (Ceratitis capitata et Zaprionus indianus) a été enregistrée dans les pièges. Le diagnostique du dynamique sur les deux vergers qui montre la Ceratitis capitata avec plus de dominance que la dans les deux vergers Zaprionus indianus

Les mots clés : , ceratitis capitata , Zaprionus indianus .