

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد بوضياف – المسيلة

Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES

N° : ...../DSA/VCDPGR/2024



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE

ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX..

Mémoire présenté pour l'obtention  
du diplôme de Master Académique  
par: **BOUHAMLA ILHAM**

Intitulé

Inventaire des mouches des fruits inféodées à quelques  
agroecosystemes dans la région El-Djefen commune  
Ouled Darredj (M'sila)

Soutenu devant le jury composé de :

M. Cherief Abdelkader	MAA	Université de M'sila	Président
M. Khaldi Mourad	Pr	Université de M'sila	Promoteur
Mme Barech Ghania	Pr	Université de M'sila	Co-promoteur
M. Mimoun Karim	MCA	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2023/2024



## Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je remercie chaleureusement mon directeur de mémoire, **Prof. Khaldi M**, pour son encadrement, ses conseils avisés et son soutien constant tout au long de ce travail. Sa disponibilité et ses encouragements ont été essentiels à l'aboutissement de ce projet.

Je n'oublierai jamais l'aide et l'orientation du **Prof. Barech G**. pendant toute la période de réalisation de ce mémoire.

Je remercie **M. Cherief Abdelkader** pour avoir accepté de présider cette soutenance

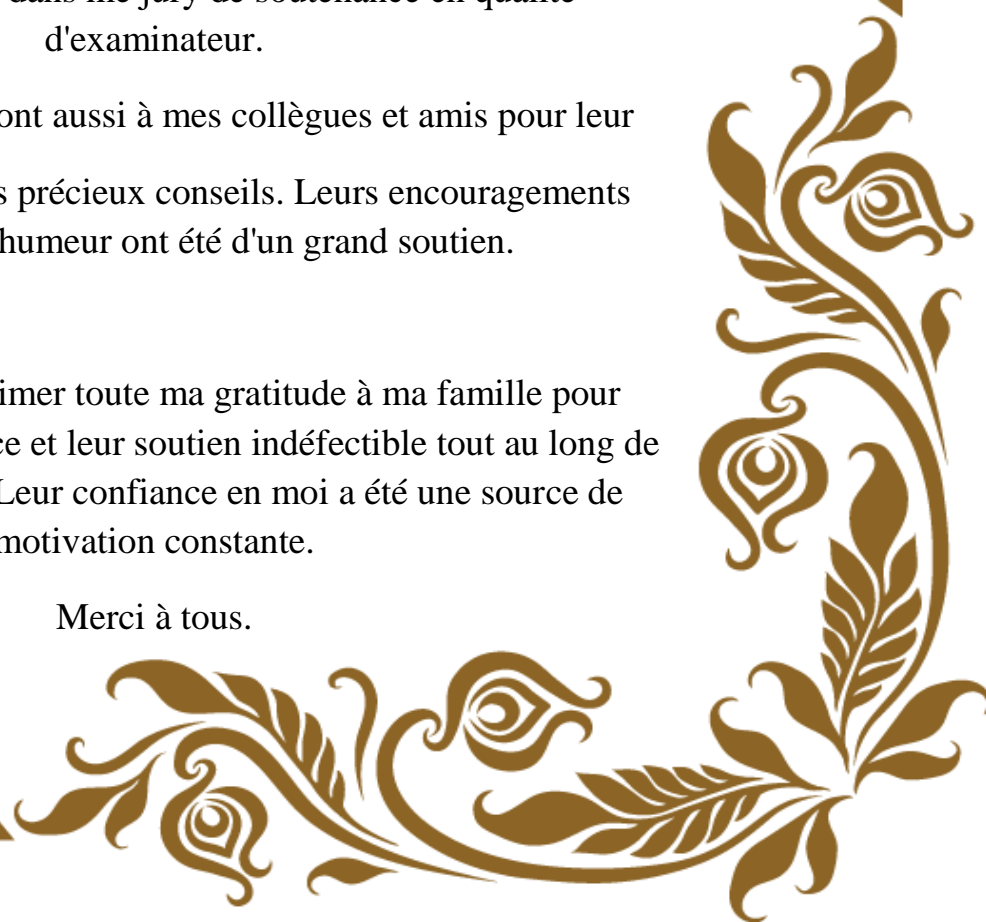
Mes vifs remerciements sont adressés à **Dr Mimoun Karim** qui a aimablement

accepté de figurer dans le jury de soutenance en qualité d'examineur.

Mes remerciements vont aussi à mes collègues et amis pour leur soutien moral et leurs précieux conseils. Leurs encouragements et leur bonne humeur ont été d'un grand soutien.

Enfin, je tiens à exprimer toute ma gratitude à ma famille pour leur amour, leur patience et leur soutien indéfectible tout au long de ces années d'études. Leur confiance en moi a été une source de motivation constante.

Merci à tous.





## **Dédicace**

### **À ma mère Aichouche et mon père Elsaid**

Pour leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible, et leurs encouragements constants tout au long de mon parcours. Vous avez été ma source d'inspiration et de motivation, et je vous dédie ce travail avec toute ma gratitude et mon amour.

### **À ma sœur Samiha**

Tu as été mon pilier et ma plus grande alliée. Ton soutien, tes conseils, et ton amour ont été essentiels pour moi. Je te dédie ce mémoire avec une reconnaissance infinie.

### **À mes sœurs, Nabila et Nora**

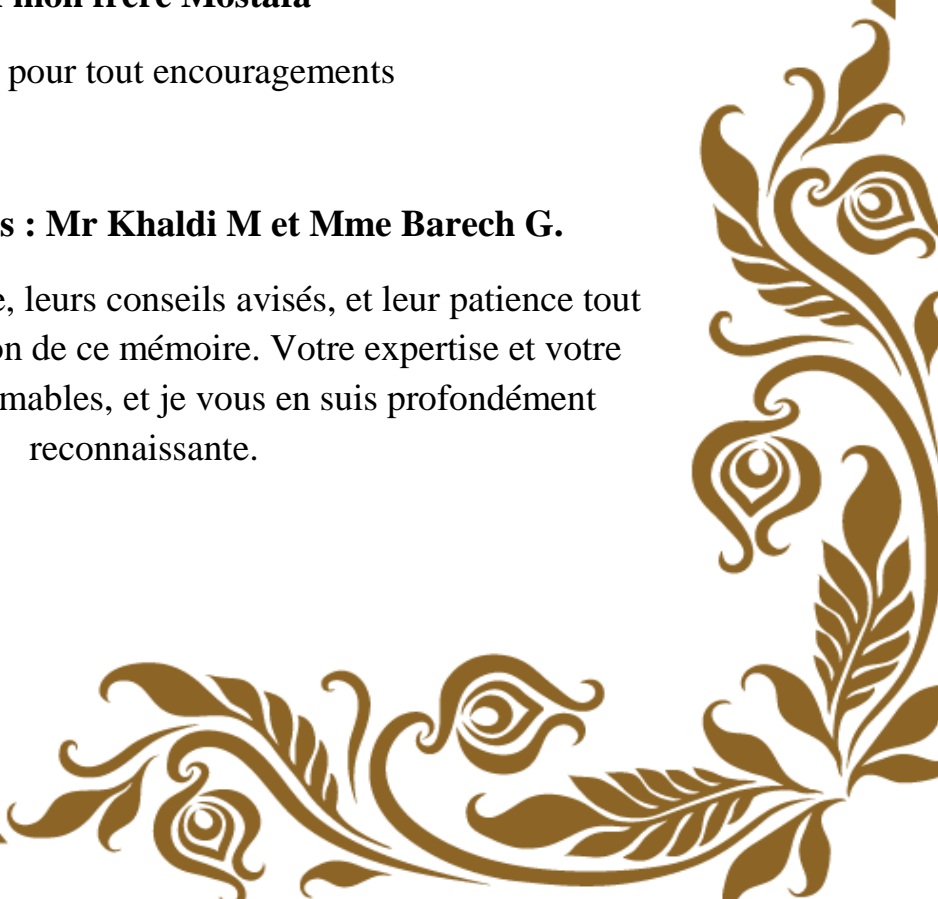
Pour votre présence rassurante, votre compréhension et votre affection. Vous avez toujours cru en moi et m'avez soutenu dans les moments les plus difficiles. Merci pour tout ce que vous faites.

### **A mon frère Mostafa**

Mercie pour tout encouragements

### **À mes professeurs : Mr Khaldi M et Mme Barech G.**

Pour leur précieuse aide, leurs conseils avisés, et leur patience tout au long de la réalisation de ce mémoire. Votre expertise et votre soutien ont été inestimables, et je vous en suis profondément reconnaissante.





# **Table des matières**

# Table des matières

Remerciements

Dédicace

Introduction ..... 1

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Première partie : Arboriculture fruitière et mouches de fruits ..... 4

1 /Généralité ..... 4

2 /Position systématique ..... 4

1 /Pommier : Malus domestica..... 5

1-1 /Historique et origine ..... 5

2-1 /Exigences pédoclimatique..... 5

1-2-1 /Exigences climatiques ..... 5

2-2-1 /Exigences en lumière ..... 6

3-2-1 /Exigences en eau ..... 6

4-2-1 /Sol ..... 6

3-1 /Stades repères de pommier ..... 7

4-1 /Variétés de pommier cultivées en Algérie ..... 8

5-1 /Maladies de pommier..... 10

6-1 /Insectes ravageurs de pommier ..... 12

2 /Grenadier : Punica granatum L ..... 13

/ 1-2Origine ..... 13

2-2 /Exigences pédoclimatiques..... 14

1-2-2 /Exigences climatiques ..... 14

2-2-2 /Exigences en eau ..... 14

3-2-2 /Sol ..... 14

3-2 /Stades repères de grenadier ..... 14

4-2 /Variétés de grenadier cultivées en Algérie ..... 17

5-2 /Maladies de grenadier .....	18
6-2 /Insectes ravageurs de grenadier.....	19
3 /Mouches de fruits Drosophilidae et Tephritidae .....	20
Deuxième partie : Maraichage à fruits, cas de cucurbitacée .....	21
1-Origine et présentation générale.....	21
2 -Classification et variétés .....	22
3 -Cucurbita maxima .....	23
4 /Caractères généraux des cucurbitacées.....	24
5/Reproduction chez les cucurbitacées.....	25
6 /Exigences pédoclimatiques des cucurbitacées.....	26
1-6 /Exigences climatiques .....	26
2-6 /Sol et fertilité .....	26
3-6 /Irrigation et soins culturaux .....	26
7 /Maladies et ravageurs de potiron .....	26

## Chapitre II : Etude du milieu

1 /Situation géographique de la région d'étude.....	30
2 /Cadre abiotique .....	30
2.1 /Relief .....	30
2-2 /Ressources hydriques.....	31
3-2 /Facteurs climatiques.....	31
1-3-2 /Température .....	32
2-3-2 /Précipitations .....	33
3-3-2 /Humidité.....	34
3 /Synthèse climatique .....	35
2-3 /Climagramme pluviométrique d'Emberger .....	36

## Chapitre III : Matériels et méthodes

1 /Choix de la station d'étude .....	39
2 /Présentation de la station d'étude .....	39

3 /Description du verger .....	40
4 /Méthodologie de travail .....	40
1-4 /Piégeage des mouches de fruits .....	40
1-1-4 /Description des pièges .....	40
2-1-4 /Identification taxonomique et conservation .....	42
2-4 /Emergence (mise en incubation) .....	43
1-2-4 /Sur terrain.....	43
2-2-4 /Au laboratoire .....	43
5 /Exploitation des résultats.....	44
1-5 /Richesse spécifique S .....	44
2-5 Abondance relative (AR%) .....	44
3-5 /Fréquence d'occurrence (FO%) .....	45
4-5 /Prévalence (FTD) .....	45
5-5 /Indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J') ...	45
6-5 /Incidence des dégâts (I) .....	46

#### Chapitre IV : Résultats et discussions

1 /Inventaire des mouches de fruits capturées dans le verger.....	48
2 /Dénombrement des individus par sexe pour les espèces inventoriées	49
3 /Description des espèces capturées par les pièges dans l'agroécosystème choisi .....	50
1-3 /Famille Tephritidae .....	50
1-1-3 /Ceratitis capitata (Wiedemann, 1824) .....	50
2-1-3 /Bactrocera oleae (Rossi, 1790) .....	51
3-1-3 /Dacus sp Becker, 1922 .....	52
2-3 /Famille Drosophilidae .....	53
1-2-3 /Drosophilidae sp Gupta, 1970.....	53
2-2-3 /Drosophila melanogaster Meigen, 1830 .....	53
4 /Exploitation des résultats par les indices écologiques .....	54

<b>1-4 /Richesse spécifique (S) .....</b>	<b>54</b>
<b>2-4 /Abondance relative .....</b>	<b>54</b>
<b>3-4 /Fréquence d'occurrence (FO%) .....</b>	<b>56</b>
<b>4-4 /Prévalence ou indice (FTD) .....</b>	<b>56</b>
<b>5-4 /Indices écologiques de structure (H', Hmax, E) .....</b>	<b>57</b>
<b>5 /Résultats de l'émergence .....</b>	<b>58</b>
<b>1-5 /Incidence des dégâts (I) .....</b>	<b>60</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>63</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>66</b>



# **Liste Tableau et figure**

N	Tableau	p
01	<b>Classification botanique des fruitiers choisis</b>	<b>5</b>
02	<b>Variétés de pommier et leurs caractéristiques</b>	<b>9</b>
03	<b>Maladies du pommier et leurs caractéristiques (Bretaudéau et Fauré, 1991)</b>	<b>11</b>
04	<b>Les principaux insectes ravageurs du pommier (Bretaudéau et fauré ,1991 ; Poirson et al., 2010).</b>	<b>12</b>
05	<b>Stades repères de grenadier et leurs caractéristiques.</b>	<b>14</b>
06	<b>Maladies de grenadier et leurs caractéristiques (<a href="https://www.willemsefrance.fr/">https://www.willemsefrance.fr/</a>) .</b>	<b>18</b>
07	<b>Principaux insectes ravageurs du grenadier</b>	<b>20</b>
08	<b>Mouches de fruits nuisibles au pommier et au grenadier</b>	<b>21</b>
09	<b>Principales espèces et variétés de la courge (Polese, 2006)</b>	<b>23</b>
10	<b>caractères botaniques et principaux types cultivés de Cucurbita maxima</b>	<b>24</b>
11	<b>Principaux ravageurs et maladies (Prince et al., 2001 ; Franck et al., 2017).</b>	<b>27</b>
12	<b>Valeurs de températures à soustraire des minima et des maxima pour la station de Référence M'sila.</b>	<b>32</b>
13	<b>Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région El-Ouled Derradj (1991 - 2021)</b>	<b>32</b>
14	<b>Coefficient de correction K calculé pour la zone d'étude (El-Ouled Derradj).</b>	<b>33</b>
15	<b>Dénombrement des espèces de drosophilidae et tephertidae capturées dans les pièges</b>	<b>48</b>
16	<b>Dénombrement des mâles et femelles de mouches de fruits dans le verger d'El-Ouled Derradj</b>	<b>49</b>
17	<b>Nombre d'individus (ni) et Abondance relative (AR%) des espèces de Tephertidae et de Drosophilidae</b>	<b>54</b>
18	<b>Fréquence d'occurrence (FO%) de Drosophilidae et Tephertidae</b>	<b>56</b>
19	<b>Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de diversité maximale (Hmax) et équitabilité appliqués sur les espèces capturée.</b>	<b>58</b>
20	<b>Espèces émergentes des fruits mis en incubation</b>	<b>59</b>

N	figures	p
01	Stades repères de pommier (Bloesch et al, 2013)	7
02	fruits et grains ; a: KH1 (Messaad); b: HM1 (Messaad); c: SL1 (Messaad); d: AM2 (Amourah); e: KH3 (Zaccar); f: MZ3 (Zaccar); g: SL3 (Zaccar).	18
03	Caractères généraux des cucurbitacées	24
04	fleur femelle	25
05	fleur male	25
06	fleur mâle et femelle	25
07	Situation géographique d'Ouled derradj (Google Maps , modifiée )	30
08	Zones Naturelles de M'sila	31
09	Précipitations moyennes mensuelles d'El-Ouled Derradj (1991 – 2021) (climate-data.org)	34
10	Variations mensuelles de l'humidité relative moyenne de M'sila en (%)(1991-2021) (climate-data.org)	34
11	la région El-Ouled Derradj allant la période de 1991-2021 dans Diagramme ombrothermique (climate-data.org)	35
12	Localisation de la région El-Ouled Derradj dans le climagramme d'EMBERGER pour la période allant de 1991 à 2021	37
13	Image satellitaire de la station d'étude (El-Ouled Derradj) (Source : Google Earth).	39
14	Verger d'Ouled Derradj (Ouled Darradj) (photo originale)	40
15	Droso-trap (photo originale)	41
16	Piège olipe (photo originale)	41
17	Plan de piégeages dans le verger (photo originale)	42
18	Piège droso-trap suspendu sur grenadier (photo originale)	42
19	Conservation des échantillons dans l'alcool chirurgical à 70°(photo originale)	42
20	tri des spécimens pour l'identification et matériels utilisés (Photo original)	43
21	fruits dans les pots pour l'émergence (photo originale)	44
22	Résultat de l'emergence (photo originale)	44

23	<b>Nombre d'individus des mouches de fruits capturées dans les pièges Droso-trap et pièges olipe à El-djafen</b>	<b>49</b>
24	<b>Dénombrement des individus mâles et femelles des Drosophilidae et Tephritidae capturés dans les pièges</b>	<b>50</b>
25	<b>Soies céphaliques du mâle (à gauche) et ovipositeur de la femelle (à droite) de Ceratitis capitata (photo originale)</b>	<b>51</b>
26	<b>Mâle et femelle de Bactrocera oleae (photo originaale)</b>	<b>52</b>
27	<b>Dacus sp : A- adulte femelle, B- antennes, C- face frontale de tête, D- thorax, E- abdomen, F- aile, G- face latérale et pattes (Photos originale)</b>	<b>52</b>
28	<b>Drosophilidae sp adulte femelle et male (photo originale)</b>	<b>53</b>
29	<b>Drosophila melanogaster adulte mâle (à gauche) et femelle (à droite) (photo originale)</b>	<b>54</b>
30	<b>Abondance relative (AR%) des espèces de Tephritidae et de Drosophilidae</b>	<b>55</b>
31	<b>Prévalence (FTD) des Drosophilidae et des Tephritidae</b>	<b>57</b>
32	<b>Incidence des dégâts des insectes émergée à partir des fruits mise en incubation.</b>	<b>60</b>



# **Introduction**

## Introduction

Les mouches des fruits sont des espèces de diptères regroupées dans deux familles bien distinctes : les Tephritidae et les Drosophilidae. Les Tephritidae comptent environ 5 000 espèces réparties en 500 genres. Près de 250 espèces sont considérées comme des ravageurs des cultures fruitières et légumières et sont largement distribués à travers le monde dans les régions tempérées, subtropicales ou tropicales. Dans cette famille, les dégâts les plus importants sont provoqués par *Bactrocera dorsalis*, la mouche orientale, *B. oleae*, la mouche de l'olive, et les cératites (*Ceratitis capitata* – mouche méditerranéenne – et *C. quilicii*) qui impactent un grand nombre de productions. Les mouches de la famille des Drosophilidae comptent près de 3 000 espèces réparties en 60 genres dont le plus connu est *Drosophila*. Ce genre se compose d'espèces peu nuisibles au champ à l'exception de *Drosophila suzukii*, originaire d'Asie, considérée comme un ravageur d'importance économique. Les dégâts au champ sont très variables selon l'espèce de mouche, la culture, les variétés, le lieu et la période, mais les pertes peuvent toucher la totalité de la production.

(ACTA, 2021).

Peu de travaux sur les représentants de ce groupe (à l'exception faite pour *Ceratitis capitata* et *Bactrocera oleae*) sont réalisés en Algérie. Nous citons des travaux des projets de fin d'études effectués à l'université de M'sila à l'instar de : Aouari (2017), Khaladi (2018), Medjnah et Daoud (2021), Chenith et Idir (2022) et Berrabeh et Mansouri (2022). Des publications scientifiques récentes faisant l'objet du premier signalement en Algérie de *Drosophilidae sp* (Khaldi *et al.*, 2021) et de *Drosophila suzukii* (Aouari *et al.*, 2022) dans des vergers de grenadier à M'sila ont stimulé notre curiosité scientifique afin de mener des investigations entomologiques dans d'autres zones de la wilaya de M'sila pour rechercher d'autres espèces de mouches de fruits non signalées et évaluer le niveau de dissémination de ces ravageurs ainsi que l'impact de leurs dégâts sur les différentes productions agricoles (fruitières et légumières). A la lumière de l'importance économique de ce groupe taxonomique dans le domaine agricole, nous avons jugé utile de faire un inventaire des mouches de fruits inféodées à un agroécosystème polyculture dans la commune de Ouled darredj à M'sila. De ce fait des pièges **droso-trap** et des **pièges olipe** (visuelle, alimentaire et olfactif) ont été utilisés pour capturer et étudier la dynamique de population de ces diptères dans un environnement varié par ses hôtes végétaux. Les changements climatiques et les échanges commerciaux internationaux sont la principale cause dans la diversification des mouches des fruits en Algérie.

## Introduction.....

---

Le présent travail est subdivisé en quatre chapitres : Le chapitre I contient des informations générales sur quelques cultures installées dans le verger (pommier, grenadier et potiron). Le chapitre II concerne l'étude du milieu avec ses caractéristiques pédoclimatiques.

Le chapitre III présente la méthodologie adoptée pour l'échantillonnage des mouches des fruits et l'exploitation des données par les indices écologiques. Les résultats et leurs discussions sont annoncés dans le quatrième chapitre. En fin, ce travail se termine par une conclusion générale.



# **Chapitre I**

## **Synthèse Bibliographique**

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique**

Ce chapitre porte sur des données bibliographiques de quelques arbres fruitiers et culture maraîchage, ainsi que les principales maladies et ravageurs associés à ce type de fruitiers.

### **Première partie : Arboriculture fruitière et mouches de fruits**

#### **1/ Généralité**

L'arboriculture fruitière est une branche de l'arboriculture spécialisée dans la culture des arbres fruitiers afin de récolter des fruits. Cette branche de l'agriculture prend une grande extension dans tout le bassin méditerranéen et c'est une partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie. Au niveau national, les plantations fruitières couvrent une superficie de 841 545 ha, soit 10% de la surface agricole utile du pays (8 445 490 ha). Elles viennent en deuxième position après les cultures herbacées (4 254 887 ha soit 50%). La viticulture occupe une place marginale avec 77 730 ha soit 0,9 % de la SAU (DSA, 2012).

A partir des années 2000 l'Algérie en adoptant le plan national pour le développement de l'agriculture (PNDA) visait le développement de la filière "arboriculture fruitière" à travers l'accroissement du rythme de plantation, l'arrachage des vieilles plantations et l'augmentation des quantités à l'exportation.

Les statistiques de la production des fruits en Algérie entre 2016 et 2017 ont montré qu'en tête on trouve les pommes et l'abricot avec plus de cinq millions de quintaux et deux millions respectivement. La production en abricot, prunes, pêche, poires et pomme a vu une hausse de 12% à 17% entre 2005 et 2017 (Moyou, 2019).

#### **2/ Position systématique**

En botanique, ce que l'on appelle « fruit » est l'organe végétal qui succède à la fécondation d'une fleur et qui renferme une ou plusieurs graines. Ces graines peuvent alors se retrouver sous forme de pépins ou d'un noyau. On distingue alors les fruits à pépins (ex : pommes, poires, coings, raisin, grenades) et les fruits à noyau (ex : cerises, prunes, abricots, pêches, nectarines, brugnon, olives) (Dubois, 2006).

La classification botanique des espèces végétales choisies pour cette étude est portée dans le tableau 1, tirée du site Tela Botanica et viagallica.

**Tableau n°01 : Classification botanique des fruitiers choisis**

	<b>Pommier</b>	<b>Grenadier</b>
<b>Règne</b>	Plantae	Plantae
<b>Division</b>	Spermatophyta	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Angiospermae	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Rosales	Myrtales
<b>Famille</b>	Rosaceae	Punicaceae
<b>Genre</b>	<i>Malus</i>	<i>Punica</i>
<b>Espèce</b>	<i>Malus domestica</i> (Brokh.)	<i>Punica granatum</i> L.(1753)

**1/ Pommier : Malus domestica****1-1 / Historique et origine**

Le pommier est cultivé en Europe et en Asie depuis les premiers temps. Des études paléontologiques ont révélé la présence du genre *Malus* à l'ère tertiaire. En suite la culture du pommier s'est répandue dans toutes les parties du monde.

Ce n'est qu'avec **Knigh (1759)** cité par **Brown et al (1975)**, que commence la création de nouvelles variétés grâce à l'hybridation contrôlée. Le pommier cultivé a été longtemps appelé *Malus domestica* Borkh. Depuis un demi-siècle, de nombreux travaux sont effectués pour introduire chez le pommier cultivé des résistances aux maladies par hybridation (**Korban et Skirvin, 1985**).

**1-2 / Exigences pédoclimatique****1-2-1 / Exigences climatiques**

Le pommier est une espèce des zones tempérées, il nécessite une longue période de repos végétatif pour satisfaire ses besoins en froid qui sont de l'ordre de 800 à 1600 heures inférieures à 7,2°C. L'espèce peut résister jusqu'à -35°C en phase de dormance, mais les zones les plus favorables à la culture sont celles qui présentent des hivers froids et des étés modérément chauds et relativement humides.

Certaines variétés exigent un froid important en quantité et en qualité (températures très basses en hiver) pour produire et colorer convenablement comme : Jérachine, Fuji, Starkrimson, Red Chief et autres (**Oukabli, 2012**).

Selon ce même auteur, des nuits fraîches et une luminosité intense durant la maturité sont très favorables à la bonne coloration des fruits. Par contre, des journées brumeuses accompagnées de précipitations ou de rosées matinales déprécient la couleur des fruits et favorisent le développement de la rugosité (russeting) notamment sur les variétés à épiderme jaune comme Golden Delicious. Des variétés à épiderme lisse comme Golden Smoothée et Golden Reinders donnent des pommes indemnes de rugosité.

### **1-2-2/ Exigences en lumière**

La lumière influe sur la photosynthèse, l'induction florale, le grossissement et la coloration des fruits (**Lamonarca, 1985 ; Gautier, 1987**).

D'après **Bretaudeau (1979)**, les conditions idéales de luminosité pour le pommier semblent être les suivants :

- Fin de printemps, début d'été assez lumineux (bonne induction florale) ;
- Été relativement couvert avec des nuits chaudes (bon grossissement des fruits).

### **1-2-3/ Exigences en eau**

Le pommier est une espèce exigeante en eau et ses besoins sont estimés à 6000-7000 m<sup>3</sup>/ha qui doivent être apportés (selon les régions) à partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre. L'irrigation au goutte à goutte permet une alimentation régulière de la culture (<https://cmgp-cas.com/cultures/arboriculture/pommier/>).

Le mode d'irrigation le plus utilisé reste l'irrigation gravitaire avec 61% de la superficie contre 39% pour le système d'irrigation localisée.

### **1-2-4/ Sol**

Le sol doit être sain et profond, silico-argileux, limoneux, avec un sous-sol perméable ; bien que s'accommodant un peu mieux du calcaire que le Poirier, la présence de cet élément doit être minime.

Redoute les excès d'humidité, par contre une fraîcheur naturelle du sol lui est indispensable, en conséquence les sols trop siliceux sont déconseillés (**Bretaudeau et Fauré, 1991**).

**1-3 / Stades repères de pommier**

**Stade dormance :** Bourgeon au repos, phase hivernale. Parfois un léger gonflement se produit. Première manifestation printanière.

**Stade débourrement (Green tip) :** Éclatement du bourgeon et apparition d'une pointe verte. Feuilles repliées dans le bourgeon. 65 degrés-jours. **Stade débourrement avancé (Half-inch green) :** Étalement de 2 à 3 feuilles de 5 à 10 mm. Autres feuilles visibles mais non déployées. Souvent nommé stade « oreilles de souris » 95 degrés-jours.

**Stade pré-bouton rose (Tight cluster) :** Apparition de tous les boutons en faisceau. Pédicelles courts. Parfois pétales rouges sur le bouton dominant. 125 degrés-jours.

**Stade bouton rose (Pink) :** Tous les boutons sont généralement détachés. Les sépales écartés laissent voir les pétales repliés et roses. 175 degrés-jours.

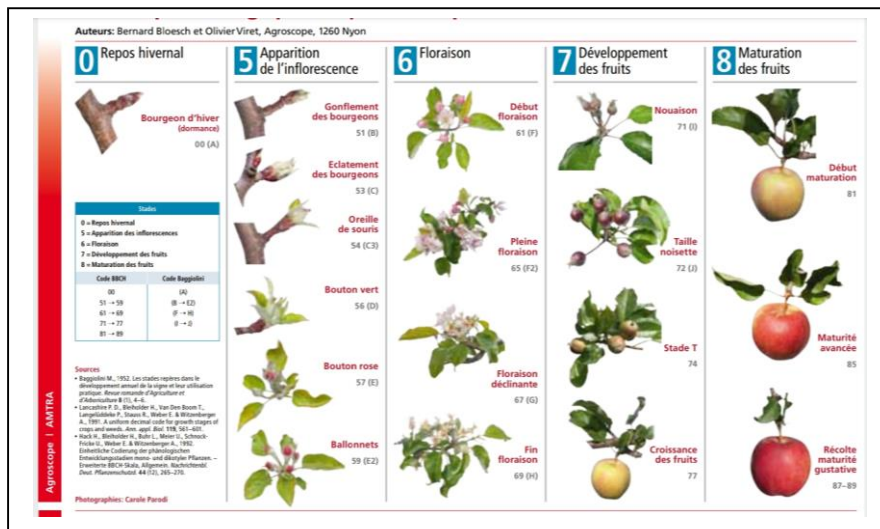
**Stade bouton rose avancé (Fullm pink) :** Allongement des pétales sans étalement, teinte blanc rosé. Parfois, les pétales du bouton dominant sont légèrement étalés. Souvent nommé stade du « ballon blanc ». 200 degrés-jours.

**Stade pleine floraison (Full bloom) :** Tous les pétales sont complètement étalés. Fleurs ouvertes. 235 degrés-jours.

**Stade calice (Petal fall) :** Stade atteint seulement lorsque 90% des pétales sont tombés. 300 degrés-jours.

**Stade nouaison (Fruit set) :** Les fruits sont visibles sur les fleurs fécondées, environ 5mm de diamètre. 350 degrés-jours.

La figure n°01 représente les différents stades repères de pommier.












**Figure n°01 : Stades repères de pommier (Bloesch et al, 2013)**

#### **1-4 / Variétés de pommier cultivées en Algérie**

Les variétés de pommiers les plus courantes sont mentionnées dans le **tableau n°02**. Celles qui sont mentionnées en caractère gras dans le tableau sont des variétés locales les plus cultivées en Algérie (**Bretauudeau, 1991**).

**Tableau n°02 : Variétés de pommier et leurs caractéristiques**





Classes	Variétés	Caractéristiques
<b>Pomme d'été début d'automne (maturité fin juin début septembre</b>	<b>Astrakam rouge</b>  <a href="https://www.bien-manger-selon-les-saisons.com/">https://www.bien-manger-selon-les-saisons.com/</a>	Fruit moyen de bonne qualité convient à la culture en haute tige.
	<b>Red delicious</b>  <a href="https://www.producemarketguide.com/">https://www.producemarketguide.com/</a>	<b>Vigoureuse fruit rouge strié et côtelé de calibre moyen convient aux petites et moyennes formes.</b>
	<b>Gala</b>  <a href="https://shop.pepinieres-constantin.ch/">https://shop.pepinieres-constantin.ch/</a>	-vigueur moyenne mise à <b>fruits rapides</b> -fruit moyen à gros <b>épiderme jaune</b>
<b>Pomme fin d'été automne-hiver (maturation fin septembre à fin novembre)</b>	<b>Cox's-orange pippin</b>  <a href="https://www.pepinieres-lecomte.com/">https://www.pepinieres-lecomte.com/</a>	-fruit moyen de qualité moyenne - arbre vigoureux s'adaptant à toutes les formes.
	<b>Idared</b>  <a href="https://www.pepinieresmorice.com/">https://www.pepinieresmorice.com/</a>	-vigueur moyenne sensible à la tavelure -bonne productivité -conservation possible six mois -excellente variété

		commerciale.
	<p><b>Reine des Reinettes</b></p>  <p><a href="https://www.dalival.com/">https://www.dalival.com/</a></p>	<p><b>-fruit moyen de très bonne qualité.</b></p> <p><b>-maturité très échelonnée</b></p> <p><b>-variété cultivée en tige et forme basses</b></p>
	<p>Richard Delicious</p>  <p><a href="https://www.gaujard.fr/">https://www.gaujard.fr/</a></p>	<p>-Epiderme rouge sur fond jaune bonne conservation</p> <p>- Très sensible aux cancras à la tavelure et au puceron lanigère</p>
<p><b>Pomme d'hiver et début printemps (maturité de décembre à mars)</b></p>	<p>Granny Smith</p>  <p><a href="https://www.gaujard.fr/">https://www.gaujard.fr/</a></p>	<p>-fruit à calibre moyen forme globuleuse peu sucrée peu parfumée</p>
	<p><b>Golden Delicious</b></p>  <p><a href="https://www.leaderplant.com/">https://www.leaderplant.com/</a></p>	<p>-fruit gros de bonne qualité cultivée en forme libre</p> <p>-résiste très bien aux transports et de très longue conservation</p>

### 1-5/ Maladies de pommier

Les maladies du pommier, les champignons et parasites variés sont malheureusement nombreux. Parmi ces maladies nous citons celles notées dans le tableau n°03.




**Tableau n°03 : Maladies du pommier et leurs caractéristiques (Bretaudeau et Fauré, 1991)**



Maladies	Caractéristiques
<p><b>Tavelure</b> <i>Venturia inaequalis</i></p> 	<p>*Dès le printemps les jeunes feuilles peuvent être attaquées, à leur face supérieure généralement apparition de tâches grisâtres</p>
<p><b>Chancre</b> <i>Nectria galligena</i></p> 	<p>* Sur les grosses branches, l'apparition du point d'infection se fait généralement à l'emplacement d'un jeune rameau desséché et cassé. *Le champignon pénètre ainsi dans les tissus et très rapidement ils sont désorganisés, l'écorce s'éclate et laisse apparaître le bois. *Les semences de ce champignon (ascospores) hivernent et prennent naissance dans les plaies chancreuses. *Les contaminations se produisent par temps pluvieux, au printemps et en automne.</p>
<p><b>Tumeur du collet ou crown gall</b></p> 	<p>* Sur les racines apparition d'excroissance de grosseur très variable, relativement tendres dans leur jeunesse, se lignifiant par la suite. *Ces tumeurs sont souvent situées au collet, elles proviennent de la multiplication inconsidérée des cellules sous l'action du parasite. *Rapidement ces tumeurs sont attaquées par d'autres champignons et bactéries.</p>
<p><b>Moniliose</b> <i>Sclerotinia fructigena</i></p> 	<p>En pleine saison des rameaux relativement jeunes se dessèchent brutalement ainsi que les feuilles, leur écorce se ride longitudinalement.</p>

**1-6/ Insectes ravageurs de pommier**

Les pommiers, comme de nombreux autres arbres fruitiers, sont sujets à diverses menaces de la part des ravageurs. Nous avons résumés les principaux insectes ravageurs de pommier dans le **tableau n°04**.

**Tableau n°04 : Les principaux insectes ravageurs du pommier (Bretaudeau et fauré ,1991 ; Poirson *et al.*, 2010).**

Nom scientifique	Nom commun	Dégâts
<p><i>Cydia pomonella</i></p> 	<p>Carposapse de Pomme et poire</p>	<p>Les œufs sont déposées sur les feuilles et les fruits, les jeunes chenilles naissent et s'alimentent en (broutant) l'épiderme des feuilles et des jeunes fruits puis elles pénètrent dans ces derniers, le plus souvent par l'œil. La galerie est dirigée vers le centre du fruit et l'alimentation de la larve s'effectue au détriment de cette région.</p>
<p><i>Eriosoma lanigerum</i></p> 	<p>Puceron lanigère ou lanifère</p>	<p>Cet insecte se remarque sur les branches car il est recouvert par un revêtement floconneux, blanc, très abondant. Sous ce revêtement on trouve un puceron brun-marron. <i>E. lanigerum</i> se nourrit en suçant la sève, en outre aux emplacements des piqures répétées sur les rameaux, il se forme des tumeurs protubérantes dégénérant rapidement en chancres.</p>
<p><i>Aphis pomi</i></p> 		<p>Provoque le noircissement des feuilles et des pousses du aux sécrétions importantes de miellat et au développement de fumagine. Par forte attaque, les feuilles s'enroulent de façon transversale, se crispent ce qui entraîne l'arrêt de la croissance des nouvelles pousses qui se dessèchent (<a href="https://www.inrae.fr/">https://www.inrae.fr/</a>)</p>

<p><i>Cacopsylla mali</i></p> 	<p>psylle du pommier</p>	<p>Les œufs sont déposés en automne dans les anfractuosités des écorces, hivernent à ce stade, les larves éclosent au printemps suivant à l'éclatement des bourgeons et aussitôt s'alimentent par piqures répétées sur les organes naissants, provoquant l'avortement des fleurs et le jaunissement du feuillage, les jeunes fruits sont déformés.</p> <p>Le miellat sécrété par ces insectes brûle les tissus jeunes.</p> <p>Les adultes apparaissent en mai, émigrent sur d'autres plantes et en août reviennent sur les pommiers pour la ponte.</p>
<p><i>Scolytus mali</i></p>	<p>Scolytes du pommier</p>	<p>Petit coléoptère de 3 à 4mm s'attaquant surtout aux pommiers dépérissant. Galerie de ponte sous-corticale, galeries des larves sous-corticales également et rayonnantes.</p> <p>Deux générations par an.</p>
<p><i>Yponomeuta malinellus</i></p> 	<p>Hyponomeute du pommier</p>	<p>Les chenilles agglomérées dans leurs nids, reconnaissables à leur aspect soyeux, provoquent des défoliations de l'arbre. Les jeunes fruits inclus dans les nids peuvent présenter des traces de morsures</p> <p>(<a href="https://www.ephytia.inra.fr">https://www.ephytia.inra.fr</a>)</p>

## 2 / Grenadier : *Punica granatum* L

### 2-1 / Origine

La grenade porte le nom de pomme punique, c'est le *Malum punicum* de Pline, ou pomme de Carthage. Elle sera alors renommée *Punica granatum*. *Punica* en souvenir des guerres puniques ou peut-être pour « puniceus » qui signifie rouge écarlate en latin, et « granatum » pour la multiplicité des graines contenues dans le fruit (Wald, 2009).

**2-2/ Exigences pédoclimatiques**

**2-2-1/ Exigences climatiques**

Le grenadier est bien adapté au climat méditerranéen. La production de fruits nécessite de la chaleur (de préférence sèche) en été. Néanmoins le grenadier exige beaucoup d'eau et de fraîcheur pour ses racines et c'est seulement dans ces conditions qu'il donne beaucoup de fruits de bonne qualité. L'arbre aime les expositions ensoleillées et protégées, mais supporte des températures hivernales très basses (-10°C à -17°C selon les variétés) (**Cauchard, 2013**).

**2-2-2/ Exigences en eau**

Pour obtenir des fruits de qualité, sur arbres adultes la pluviométrie annuelle doit être environ de 500 mm. Pendant la période de végétation d'avril à août, les irrigations doivent être copieuses et effectuées à intervalle régulier, 2 à 3 fois par semaine (le goutte-à-goutte est recommandé pour éviter l'éclatement au moment de la fructification (**Cauchard, 2013**).

**2-2-3/ Sol**


Le meilleur développement du Grenadier a lieu dans des sols profonds, riches, frais, argilo-silicieux, avec sous-sol perméable. Les terrains alcalins lui sont favorables.








La qualité du fruit et le rendement dépendent beaucoup de l'humidité du sol et de sa nature. En sol imperméable, la vie de l'arbre est brève et son rendement est médiocre (**Evreinoff, 1957**).








**2-3/ Stades repères de grenadier**




Selon **Melgarejo (1997)**, les stades phénologiques de développement de grenadier sont représentés dans le tableau n°05.

**Tableau n°05 : Stades repères de grenadier et leurs caractéristiques.**

	<b>Stades</b>	<b>Caractères</b>
Stade A 	<b>bourgeon en dormance d'hiver</b>	Le bourgeon est brun grisâtre et complètement fermé, profondément.
Stade B	<b>gonflement du bourgeon</b>	Le bourgeon gonfle et devient de plus en plus pâle et arrondi.

		
<p>Stade C</p> 	<b>pointe rouge</b>	Le bouton s'ouvre pour montrer la nouvelle pousse, en forme de lance et à pointe rouge.
<p>Stade D</p> 	<b>germination des premières feuilles</b>	Les premières feuilles apparaissent. Ils sont enroulés et sont rouge vif avec une nervure centrale pâle et le reste de la feuille est rouge vif.
<p>Stade D2</p> 	<b>séparation des feuilles</b>	Les nouvelles feuilles se séparent.
<p>Stade D3</p> 	<b>croissance des feuilles</b>	Les feuilles poussent en longueur et en largeur et changent de couleur du rouge vif au vert clair.
<p>Stade D4</p> 	<b>allongement des entre-nœuds</b>	Les interne-nœuds s'allongent et la croissance des pousses est rapide.
<p>Stade E</p> 	<b>apparition des bourgeons floraux</b>	Les bourgeons floraux apparaissent parmi les feuilles des pousses ; ils sont d'abord verdâtres mais deviennent rouges après quelques jours. Les sépales sont visibles et rapprochés

<p>Stade E2</p> 	<p><b>calice enflée</b></p>	<p>Les boutons grossissent et deviennent en forme de poire ; les différences entre mâle et Les fleurs hermaphrodites se manifestent dans la forme et la couleur du calice : le termina. Les branches bourgeonnent avec plusieurs fleurs, généralement des abscisses.</p>
<p>Stade E3</p> 	<p><b>ouverture du calice</b></p>	<p>Les sépales s'ouvrent pour montrer les pétales rouges pliés à l'intérieur. Vers la fin de cette étape, les pétales se déroulent et les anthères du pistil deviennent visibles.</p>
<p>Stade F</p> 	<p><b>fleur ouvert</b></p>	<p>Le calice s'ouvre totalement et les pétales saillant, pliés et pourpre, se déploient sur les sépales. Les anthères et étamines virent au jaune foncé (maturation du pollen). c'est au cours de cette étape que se produit la pollinisation.</p>
<p>Stade G</p> 	<p><b>chute des pétales</b></p>	<p>Flétrissent et chute des pétales. Le calice passe du rouge orangé ; les étamines se pli vers l'axe longitudinal de la fleur et Les anthères deviennent jaune grisâtre. La partie terminale du style se fane.</p>
<p>Stade H</p> 	<p><b>mise à fruit</b></p>	<p>L'ovaire Fertilisé grossit et la base du calice gonfle ; les étamines se flétrissent et les fruits glissent du rouge orangé au brun gris.</p>
<p>Stade I</p> 	<p><b>mise à fruit</b></p>	<p>Le fruit augment rapidement et sa couleur passe du brun verdâtre au vert.</p>
<p>Stade J</p> 	<p><b>croissance du fruit</b></p>	<p>Le fruit grossit presque jusqu'à sa taille finale par élargissement des cellules. Les sépales forment une couronne, les étamines séchés étant à l'intérieure.</p>

<p>Stade K</p> 	<p><b>deuxième bourgeon</b></p>	<p>Reprise de la croissance des pousses sur l'arbre.</p>
<p>Stade L</p> 	<p><b>maturation des fruits</b></p>	<p>Les parties charnues passent du blanc au rouge rosé ou au rouge ; la peau du fruit passe du vert au jaune verdâtre, puis finalement au jaune brunâtre, avec des taches rougeâtres.</p>
<p>Stade M</p> 	<p><b>feuilles tombées</b></p>	<p>Les feuilles deviennent jaunâtres et tombent ; et une fois terminée, la dormance hivernale commence.</p>

#### 2-4/ Variétés de grenadier cultivées en Algérie

Il existe un grand nombre de variétés de grenades qui ne se différencient pas seulement par leur morphologie, mais aussi par leur composition physicochimique, en particulier par leur teneur en sucre, en acide, en vitamine C, en polyphénols et leur rendement en jus. Selon cette composition en sucre et en acide, les variétés sont souvent réparties en grenades aigres, aigres-douces et douces (**Cemeroglu et al. 1992 ; Melgarejo et al. 2000**).

Il faut noter que face à cette multitude de variétés, sauf quelques-unes ont un rôle dans le commerce international. Pour le moment, aucune différence entre les variétés au niveau de la taille du fruit ou de caractéristiques agronomiques n'a été mise en évidence (**Cauchard, 2013**). En effet, la différence visuelle entre ces variétés se situe au niveau de :

- **Couleur de peau** : du rouge foncé au jaune pâle rosé
- **Couleur des arilles** : du rouge très foncé au rose transparent (peu commercialisé)
- **Goût des arilles** : acide ou doux

En Algérie, la région de Messaad (Djelfa) compte sept cultivars de grenadier qui sont connus et dont la variabilité morphologique de leurs fruits a été explorée par Lahoual et Belhadj (2022) (Figure n°02).

**Figure n°02 : fruits et grains ; a: KH1 (Messaad); b: HM1 (Messaad); c: SL1 (Messaad); d: AM2 (Amourah); e: KH3 (Zaccar); f: MZ3 (Zaccar); g: SL3 (Zaccar).**

**2-5/ Maladies de grenadier**



Comme toutes les plantes, les grenadiers peuvent être sujets à divers problèmes de santé qui peuvent affecter leur croissance et leur rendement.

Nous mentionnons certaines maladies fongiques de grenade dans le tableau n°06.

**Tableau n°06 : Maladies de grenadier et leurs caractéristiques**  
(<https://www.willemsefrance.fr/>) .



Maladie	Caractéristique
---------	-----------------

<p><b>Tavelure</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se manifeste par l'apparition de taches noires sur les feuilles, les fleurs et les fruits</li> <li>* Ces tâches peuvent se développer et entraîner la déformation des fruits, ce qui réduit leur qualité et leur valeur commerciale.</li> </ul>
<p><b>Oïdium</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>* un revêtement poudreux blanc sur les feuilles et les tiges.</li> <li>* Cela peut entraîner un retard de croissance de l'arbre et une diminution de la production de fruits.</li> </ul>
<p><b>Pourriture des racines</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* provoquant le flétrissement des feuilles et la pourriture des racines</li> <li>* Cela peut affaiblir l'arbre et le rendre plus vulnérable à d'autres maladies et ravageurs</li> </ul>

**2-6/ Insectes ravageurs de grenadier**

Les grenadiers peuvent être affectés par plusieurs d'insectes ravageurs. Voici quelques-uns des plus courants dans le tableau n°07.

**Tableau n°07 : Principaux insectes ravageurs du grenadier**

Nom scientifique	Nom commun	Dégâts
<p><i>Zeuzera pyrina</i></p> 	<p>La zeuzère</p>	<p>la larve se développe dans le bois (xylophage) (INRA, 2014). Cet insecte, à l'état de larve, creuse des galeries sur le tronc et les grosses branches, pouvant provoquer leur cassure (Mars, 1995 ; Wald, 2009)</p>
<p><i>Aphis punicae</i></p> 	<p>Puceron de grenadier</p>	<p>Responsable d'une inhibition de la croissance observée sur jeunes plantations (Blumenfeld et al., 2000). Il contribue à une forte altération qualitative et quantitative de la production (Fakhour et Sekkat, 2006).</p>
<p><i>Lycaenidae</i></p> 	<p>Papillon de grenade</p>	<p>La chenille pénètre à l'intérieur du fruit en creusant un trou dans son épicarpe, s'alimente de ses tissus et graines. Elle en ressort pour éjecter ses excréments. Les trous s'élargit au fur et à mesure en fonction de son stade de développement (Beladis et al., 2018)</p>

### 3 / Mouches de fruits Drosophilidae et Tephritidae

Les mouches des fruits Drosophilidae et Tephritidae constituent le groupe le plus important par les dommages causés sur les différentes cultures. Nous citons les principales mouches des fruits qui attaquent le pommier et le grenadier (tableau n°08).

**Tableau n°08 : Mouches de fruits nuisibles au pommier et au grenadier**

Nom scientifique	Nom commun	Dégâts
<p><i>Ceratitis capitata</i></p> 	<p>Mouche méditerranéenne des fruits</p>	<p>-Les fruits attaqués présentent des taches molles et décolorées.</p> <p>- En ouvrant le fruit, on constate la présence de plusieurs asticots blancs.</p> <p>- Ces petites larves provoquent la décomposition de la pulpe, et par conséquent le pourrissement rapide et la chute des fruits</p> <p><a href="https://www.bio-enligne.com">https://www.bio-enligne.com</a></p>
<p><i>Drosophila melanogaster</i></p> 	<p>Mouche du vinaigre</p>	<p>Les œufs sont généralement pondus sur des fruits non mûrs ou légèrement mûrs, de sorte qu'au moment où la larve se développe, le fruit commence tout juste à pourrir.</p> <p>Les larves peuvent utiliser le fruit sur lequel l'œuf a été pondu comme principale source de nutrition (<b>Miller, 2000</b>).</p>
<p><i>Drosophilidaesp</i></p> 	<p>La mouche africaine de la figue</p>	<p>est un ravageur secondaire qui infeste les fruits trop mûrs, tombés ou pourris, mais il a été signalé comme ravageur principal des figues au Brésil. Les larves peuvent facilement accéder à la chair intérieure du fruit et s'en nourrir, ce qui rend le fruit mou et invendable</p> <p><a href="https://blogs.cdfa.ca.gov/">https://blogs.cdfa.ca.gov/</a></p>

## Deuxième partie : Maraichage à fruits, cas de cucurbitacée

### 1-Origin et présentation générale

La courge regroupe un certain nombre d'espèces du genre *Cucurbita* appartenant à la famille des cucurbitacées.

Elles sont toutes originaires des zones tropicales d'Amérique, leur présence et utilisation dans l'alimentation humaine a été décelée au Mexique 7000 ans avant notre ère. Primitivement cueillies par les peuplades itinérantes, elles furent ultérieurement cultivées par les civilisations sédentaires.

Après la découverte du Nouveau Monde, leur durée de conservation (surtout pour les courges d'hiver) et leur effet antiscorbutique, ne tardèrent pas à les faire adopter par les navigateurs, ce qui a facilité leur dissémination sur tous les continents. Leur extension se poursuivit au cours des XVII<sup>ème</sup> et XVIII<sup>ème</sup> siècles, de nombreuses variétés apparaissent au XIX<sup>ème</sup> siècle, ce qui a permis leur classification botanique (**Chaux et Foury, 1994**).

Les ancêtres communs de toutes les courges contiennent une substance appelée cucurbitacine qui est toxique et responsable de l'amertume (gout amer), cette dernière a pu être éliminée dans les variétés cultivées par des procédés de sélection (**Pahud et al., 2006**).

## 2- Classification et variétés









Les courges sont regroupées en deux grandes catégories : les courges d'été et les courges d'hiver. Cette classification repose sur la durée de conservation, les courges d'été se conservent peu de temps quant aux courges d'hiver leur durée de conservation est plus longue, ceci est dû à l'épaisseur de leur peau (**Pahud et al., 2006**).

Les courges appartiennent au genre *Cucurbita*, qui comprend plusieurs espèces d'été et d'hiver (**tableau n° 9**). A côté des espèces sauvages, amères et impropres à la consommation, six espèces comestibles ont été identifiées (**Caili et al., 2006**) :

- *Cucurbita ficifolia* (courge à feuilles de figuier)
- *Cucurbita argyrosperma* ou *Mixta* (Cushaw)
- *Telfairia occidentalis* Hook
- ***Cucurbita maxima* (potiron)**
- *Cucurbita moschata* (courge musquée)
- *Cucurbita pepo* (citrouille)

Les trois dernières (*C. moschata*, *C. pepo*, *C. maxima*) représentent les espèces les plus cultivées et abondantes dans le monde (**Caili et al., 2006**).

**Tableau n° 09 : Principales espèces et variétés de la courge (Poiese, 2006)**

Espèces	Variétés	Images
<i>Cucurbita moschata</i>	Courge musquée (Courge Butternut)	
	Musquée de Provence	
<i>Cucurbita pepo</i>	Citrouille	
	Pâtisson	
	Courge spaghetti	
<i>Cucurbita maxima</i>	Giraumon	
	Potiron	
	Potimarron	

### 3- *Cucurbita maxima*

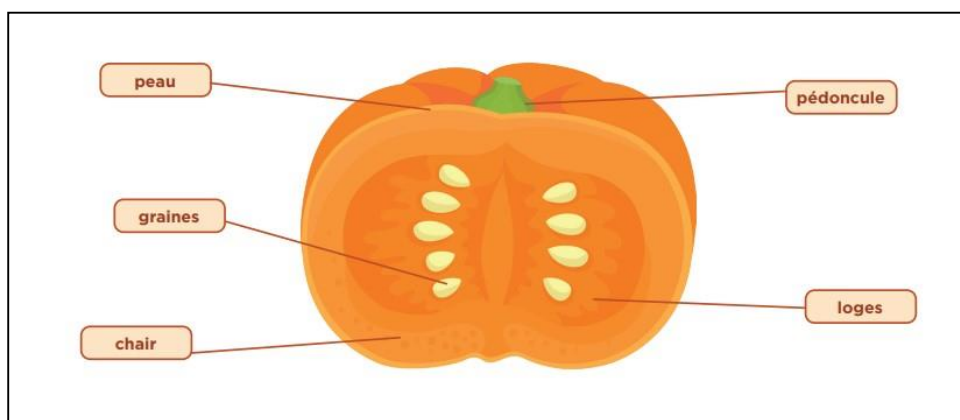
Notre étude s'est basée sur l'espèce *Cucurbita maxima*, en particulier la variété Potiron. Le tableau 10 présente les caractères botaniques de *Cucurbita maxima* et ses principaux types cultivés (Verolet *et al.*, 2001).

**Tableau n°10 : caractères botaniques et principaux types cultivés de *Cucurbita maxima***

Espèce	caractères botaniques	principaux types cultivés
<i>Cucurbita maxima</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- feuilles plus ou moins rigide</li> <li>- fruit volumineux à très volumineux, à épicarpe lisse ou faiblement brodé, de couleur rose, orangée ou vermillon</li> <li>- pédoncule du fruit cylindrique, épaissi avec formation de liège, à insertion concave sur le fruit</li> <li>- grosse graine blanchâtre ou marron clair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Potiron rouge d'Etampes</li> <li>- Potiron jaune gros de Paris</li> <li>- Potiron vert d'Espagne</li> <li>- Potimarron</li> <li>- Courge verte d'Hubbard</li> <li>- Courge olive</li> <li>- Giraumon (= Turban)</li> </ul>

#### 4/ Caractères généraux des cucurbitacées

Ce sont généralement des plantes herbacées, annuelles ou vivaces, à port rampant ou grimpant, aux tiges munies de vrilles, et plus rarement des arbustes. Ces plantes sont sensibles au gel. Les fleurs sont unisexuées (mâle ou femelle), portées parfois par les mêmes plantes (monoïques), parfois par des plantes différentes (dioïques). Les fruits sont le plus souvent des baies appelées péponides, plus rarement des fruits secs (capsules, samares) (**figure n°03**). De nombreuses espèces sont cultivées pour leurs fruits comestibles (courges, courgettes, concombres, cornichons, melons, pastèques, chayotes...) et parfois pour leurs graines (courge à huile, pistache africaine) (**Demiras *et al.*, 2000**).



**Figure n°03 : Caractères généraux des cucurbitacées**

### 5/Reproduction chez les cucurbitacées

D'après **Demiras *et al.* (2000)**, toutes les cucurbitacées sont autogames. Ils ont des fleurs mâles et femelles et sont autofécondés. La plupart des cucurbitacées sont monoïques, les fleurs femelles (**figure n°04**) et mâles (**figure n°05**) sont séparées, mais dans la même plante. Souvent, les fleurs femelles sont facilement reconnaissables, car elles ont des ovaires petits à leur base ayant la forme exacte du futur fruit (figure n°06)



**Figure n°04 : fleur femelle**



**Figure n°05 : fleur mâle**



**Figure n°06 : fleur mâle et femelle**

### Phénomène de la protandrie chez les cucurbitacées

Pour une même plante, on pense que les fleurs mâles vont pouvoir féconder les fleurs femelles. C'est effectivement possible, mais pour un bon brassage génétique, ce n'est pas souhaitable.

De ce fait, chez les cucurbitacées, l'autofécondation est entravée par différents procédés tels que **la protandrie**. Selon les conditions d'environnement de la plante, si les étamines sont fanées quand les pistils mûrissent, la fécondation ne peut se faire. Alors, la « stratégie » de

certaines fleurs femelles est d'attendre la fin de la maturité des étamines mâles de la même plante pour déclencher leur fécondation (**Demiras *et al.*, 2000**).

## **6/ Exigences pédoclimatiques des cucurbitacées**

### **6-1/ Exigences climatiques**

Les cultures de cucurbitacées prospèrent par temps chaud (>15°C / 60 ° F), les températures optimales sont de 29-32 ° C ( 85-90 ° F) et la croissance s'arrête en dessous de 10°C (50°F). Des températures inférieures à 5°C (40°F) pendant des jours peuvent retarder la maturité et endommager les plantes. Le gel (0°C/32°F) peut tuer les plantes. Ces dernières produisent principalement des fleurs mâles pendant les périodes fraîches, empêchant la fructification.

Les températures chaudes et les conditions sèches peuvent provoquer l'avortement des fleurs et des fruits. La citrouille et la courge ont des racines profondes, tolérant la sécheresse, mais une sécheresse prolongée affecte la nouaison et le développement.

La courge d'été est sensible à la sécheresse en raison du développement rapide des fruits (<https://www.ontario.ca/fr/page/culture-de-la-citrouille-et-de-la-courge>).

### **6-2/ Sol et fertilité**

Les citrouilles et les courges prospèrent dans des sols bien drainés, de préférence un loam sableux. Les sols argileux fonctionnent aussi, mais pas s'ils sont mouillés, ce qui peut salir et endommager les fruits. La plantation se fait à la fin mai/début juin. Un apport d'Engrais azoté à 110 kg / hectare avec 65 kg pré-ensemencés est recommandé (<https://www.ontario.ca/fr/page/culture-de-la-citrouille-et-de-la-courge>).

### **6-3/ Irrigation et soins culturaux**

Les cultures de courgettes nécessitent 300 mm d'eau, mieux irriguées avec des systèmes goutte à goutte. Il est conseillé d'utiliser des lysimètres, des réservoirs de classe A ou un tensiomètre pour le contrôle. Pas d'élagage (<https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale/fiches-techniques/courges>).

## **7 / Maladies et ravageurs de potiron**

Les principales maladies et ravageurs des cucurbitacées sont mentionnées dans le **tableau n°11**.

**Tableau n°11 : Principaux ravageurs et maladies (Prince *et al.*, 2001 ; Franck *et al.*, 2017).**

<b>Ravageurs</b>	Pucerons (essentiellement <i>Aphis gossypii</i> )	<b>Dégât</b> : feuilles légèrement crispées, à la face inférieure + risque de viroses.
	Lapins, lièvres	<b>Dégât</b> : fruits grignotés
	Petits rongeurs	<b>Dégât</b> : graines détruites
	<b>Mouches Tephritidae :</b> <i>Dacus ciliatus</i> <i>Dacus demmerezi</i> <i>Dacus sp</i> <i>Bactrocera cucurbitae</i>	<b>Dégâts</b> : Les piqûres des mouches provoquent une blessure sur l'épiderme des fruits qui peut rapidement entraîner une pourriture de la chair. Par ailleurs, le développement des asticots à l'intérieur du fruit le rend impropre à la commercialisation.
<b>Maladies aériennes</b>	<b>Oïdium</b> ( <i>Erysiphe cichoracearum</i> et <i>Sphaerotheca fuliginea</i> )	<b>Dégât</b> : taches poudreuses, blanches sur les 2 faces des feuilles, pétioles et des tiges <b>Période critique</b> : attaques fréquentes en saisons chaudes lorsque l'humidité est élevée pendant la nuit (de Juillet à Septembre) <b>Lutte</b> : éviter les fortes humidités, traitements à base de soufre
	Mosaïque jaune de la courgette (Virus de la mosaïque jaune de la courgette – ZYMV)	<b>Dégât</b> : mosaïque jaune, flétrissement et gaufrage des feuilles, déformation importante des fruits et des feuilles. Transmission fréquente par les pucerons

<p><b>Maladies de conservation</b></p>	<p>Pourritures diverses ; blanche et grise (<i>Dydimella</i>), grise (<i>Botrytis cinerea</i>), blanche (<i>Sclerotinia sclerotinum</i>), ...</p>	<p><b>Lutte :</b> maîtriser les conditions de stockage (température et humidité), préférer les endroits secs et frais, utiliser des semences saines</p>
--	---	---



# **Chapitre II**

## **Milieu d'étude**

## Chapitre II : Etude du milieu

Ce chapitre est consacré pour la présentation de la région d'étude, sa situation géographique ainsi que ses caractéristiques édaphiques et climatiques.

### 1/ Situation géographique de la région d'étude

La présente étude a été menée dans la région d'Ouled Derradj qui se situe à environ 20 km du chef-lieu de wilaya de M'sila. Cette commune est aussi connue sous le nom de **Salman**, du nom de l'un des oueds situés à l'entrée ouest de la ville, l'Oued Selmane. Elle a connu des développements urbanistiques et croissance démographiques importants ces 20 dernières années. La ville s'est étendue principalement par son côté est en direction de la commune des Ouled Addi Guebala. La Daïra d'Ouled Derradj est limitée au nord par Maadhid et Ouled Addi Guebala, au sud par Souammaa, et à l'Ouest par la commune de M'tarfa.

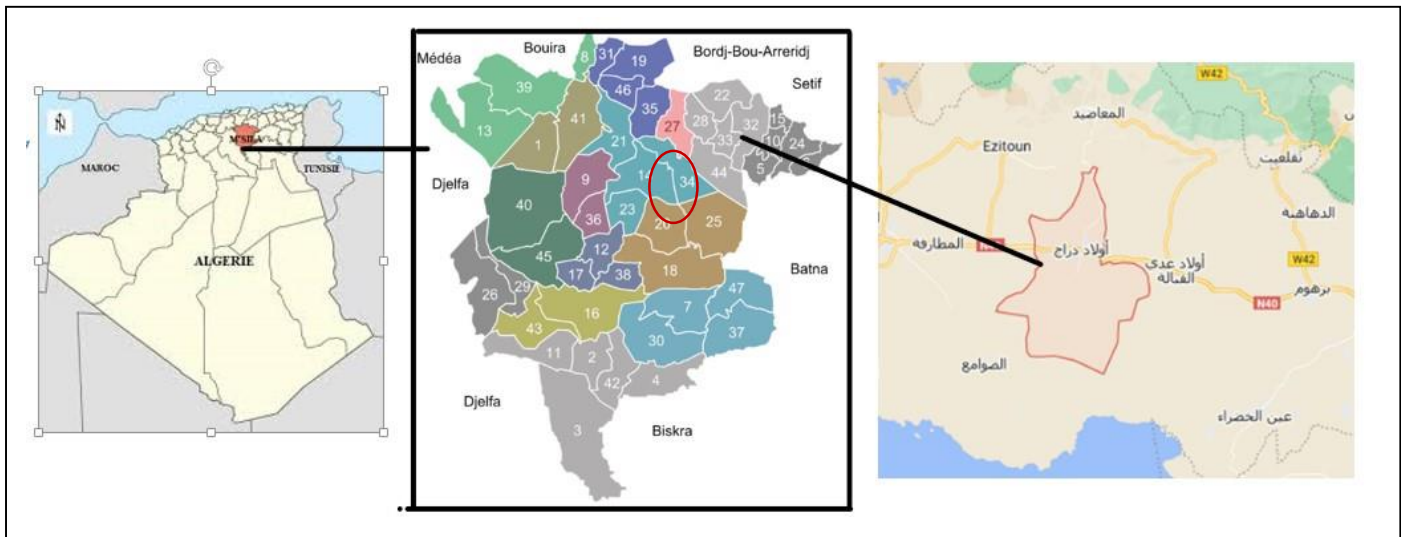


Figure n°07 : Situation géographique d'Ouled derradj (Google Maps , modifiée )

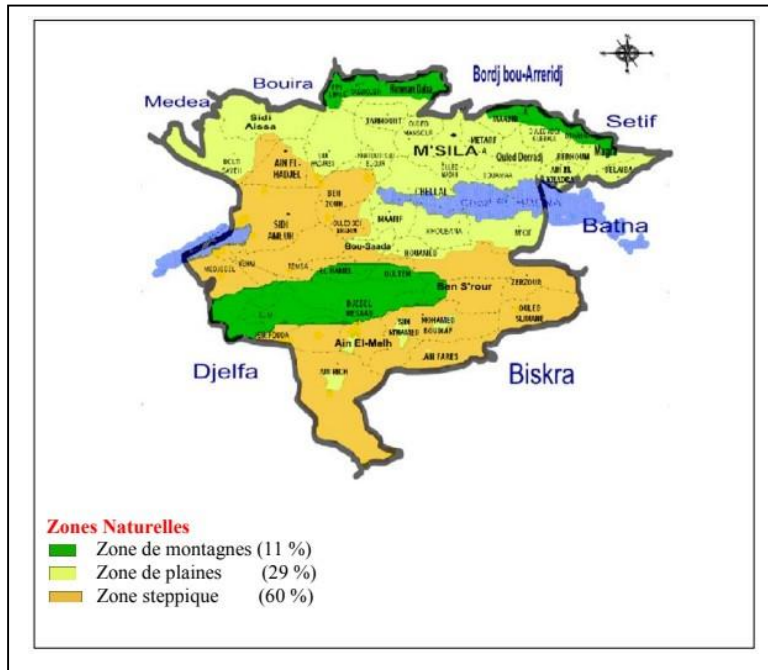
### 2/ Cadre abiotique

#### 2.1 / Relief

Selon **Abdelguerfi et al (2011)**. la wilaya de M'sila est divisé en trois zones :

- **Zone de steppe** : la plus grande partie (1 029 000 ha) du territoire soit 56 %, dégradée.
- **Zone de la plaine du Hodna**: représente 33 % de la superficie (les céréales, maraîchage et l'arboriculture).

➤ **Zone de montagne** : elle représente 7 % du territoire réservé à une agriculture de montagne extensive avec quelques massifs forestiers (figure n°08). Il faut noter que la région d'Ouled Derradj fait partie de la zone de steppe.



**Figure n°08 : Zones Naturelles de M'sila**  
(Source : Monographie de la wilaya de M'sila)

## 2-2 / Ressources hydriques

Le régime hydrologique du Hodna est lié au régime pluviométrique caractérisé par de fortes irrégularités. La majorité des cours d'eau n'ont pas de débits pérennans, à l'exception des Oueds Lougmane, El Ham, K'sob, **Selmane**, Berhoum, Soubella alimentés par des sources et retenues par des « ceds » (ou retenues) traditionnels. A cela se rajoute une multitude de petits cours d'eau (Chaaba) à sec pratiquement toute l'année et qui coulent lors des chutes de pluies (**Anonyme , 2018**).

Notons qu'Oued **Selmane** traverse la zone d'étude d'Ouled Darraj, notamment la zone d'El-Jefen.

## 2-3 / Facteurs climatiques

Le climat est l'état des paramètres atmosphériques (température, humidité, pression atmosphérique, vitesse du vent...etc) dans une région donnée et pendant un laps de temps (jour, semaine, mois...etc) (**Bersi, 2019**).

### 2-3-1/ Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 2003**).

Pour caractériser la température, il faut définir plusieurs variables : la moyenne mensuelle des maxima (M), la moyenne des minima (m) et la moyenne mensuelle (M+m /2)

- **Correction des températures moyennes mensuelles**

En l'absence de postes de mesure et donc de données sur les températures, et compte tenu de la différence d'altitude entre la station météorologique de M'sila et la région de El-Ouled Derradj, nous avons apporté des corrections pour les données de températures pour la période allant de 1991 à 2021 (tableau n°12).

**Seltzer (1946)** mentionne que la température minimale et maximale diminue respectivement de 0.4°C et 0.7°C pour chaque augmentation de 100 mètres en altitude.

**Tableau n°12 : Valeurs de températures à soustraire des minima et des maxima pour la station de Référence M'sila.**

Stations	Altitude (m)	Différence Altitudinale (m)	Température à soustraire des minima (°C)	Températures à soustraire des maxima (°C)
M'sila	441	254	1.02	1.87
Ouled Derradj	695			

A la base des résultats portés dans le tableau n°12, nous avons rassemblé les données de températures pour la région d'El-Ouled Derradj (Commune Ouled Derradj) après correction dans le tableau n°13.

**Tableau n°13 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région El-Ouled Derradj (1991 - 2021)**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEB	OCT	NOV	DEC
M (C°)	10,92	12,42	17,32	21,62	26,52	32,62	36,42	35,22	29,02	23,42	15,52	11,42
m(C°)	2,38	2,78	7,2	9,68	13,78	18,78	22,28	21,98	17,88	13,38	7,18	3,38
(M+m)/2	6,65	7,6	12,26	15,65	20,15	25,7	29,35	28,6	23,45	18,4	11,35	7,4

(climate-data.org)

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

**m** : Température moyenne mensuelle minimale (C°)

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

L'analyse des valeurs de la température pour la période allant de 1991 jusqu'à 2021 montre que les températures maximales sont enregistrées durant les mois les plus chaud (juillet et août) avec des valeurs respectivement de 29.35C° et 28.6 C°.

Les minima des températures sont enregistrés durant les mois les plus froid (janvier et février et novembre) avec des valeurs égales à 2.38 C°, 2.78 C° et 7.1 C°.

### 2-3-2/ Précipitations

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques tels que les mares et les lacs temporaires ainsi que les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (**Ramade, 2003**).

La région d'étude El-Ouled Derradj se situe à une altitude dépassant 650 m, ce qui nécessite une correction des données de précipitations en se basant sur les propos de **Seltzer (1946)**. Ce dernier annonce que pour une élévation de 100 m, les précipitations augmentent de 20 mm. De ce fait nous avons calculé un coefficient de correction (K) qui sera multiplié avec toutes les valeurs de précipitations de la station de référence de M'sila (Tableau n°14).

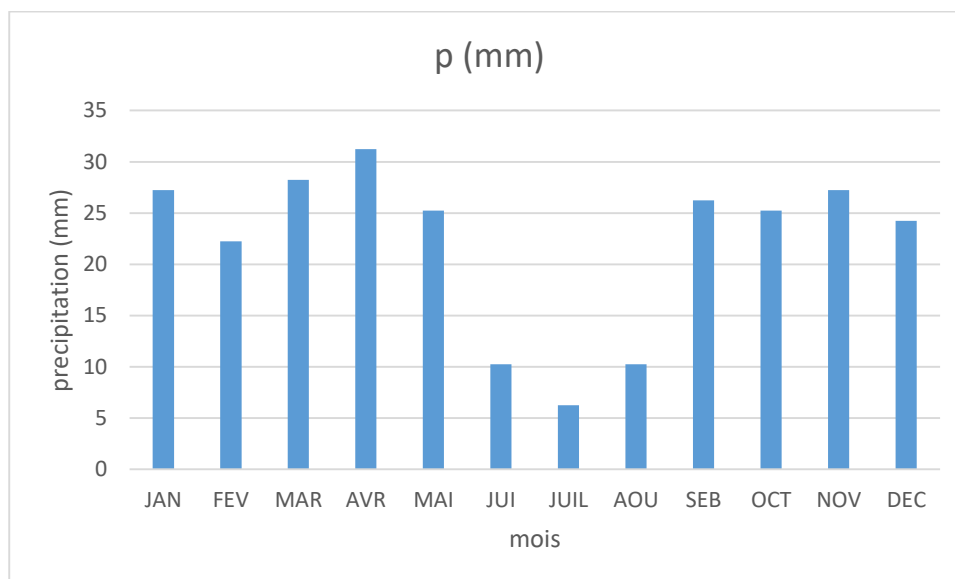
- **Le coefficient K est calculé comme suit**

$K = P. \text{ moyenne annuelle à la station recherchée} / P. \text{ moyenne annuelle à la station de Référence.}$

**Tableau n°14 : Coefficient de correction K calculé pour la zone d'étude (El-Ouled Derradj).**

Stations	Altitude (m)	Différence Altitudinale (m)	Moyenne des précipitations (mm)	Coefficient de correction (K)
M'sila	441	254	249	1.24
Djafen	695		309.8	

Les données des précipitations d'El-Ouled Derradj rassemblées sur une période de 30 ans (de 1991 à 2021) sont illustrées par la figure n°09 après correction.

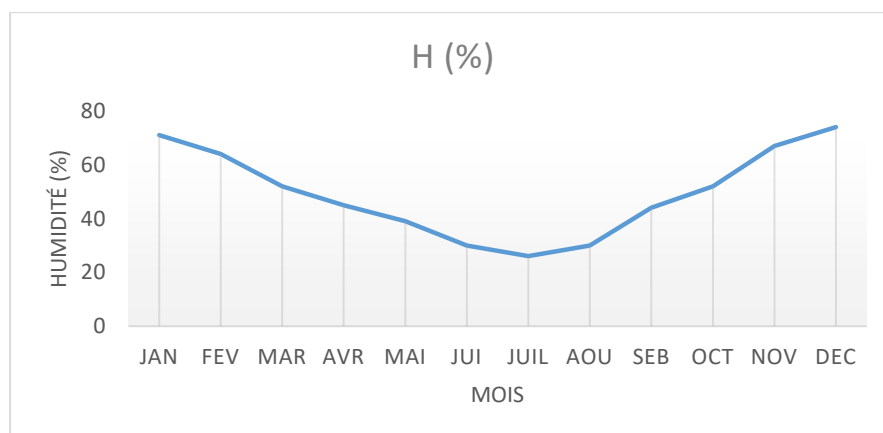


**Figure n°09 : Précipitations moyennes mensuelles d’El-Ouled Derradj (1991 – 2021) (climate-data.org)**

D’après la figure n°09, il est constaté que le mois le plus sec est celui de juillet (6.24mm), contrairement au mois de mars qui est le plus pluvieux (28.2 mm). Le total des précipitations enregistrées pour la région est égal à 309,8 mm.

### 2-3-3/ Humidité

D’après **Belhoucine (2003)**, l’humidité est la quantité d’eau présente dans l’atmosphère. Elle diminue avec l’altitude. Son rôle n’est pas à négliger car elle compense la température estivale et influe positivement sur les végétaux et certains animaux, particulièrement les insectes. La figure n°10 montre la courbe d’humidité de la région d’étude pendant une période de 30 ans (1991-2021).



**Figure n°10 : Variations mensuelles de l’humidité relative moyenne de M’sila en (%)(1991-2021) (climate-data.org)**

A partir de la figure n°10, les moyennes les plus élevées de l'humidité relative sont notées pour les mois de janvier (71%) et de décembre (74 %), par contre la moyenne la plus faible est enregistrée pendant le mois de juillet (26 %).

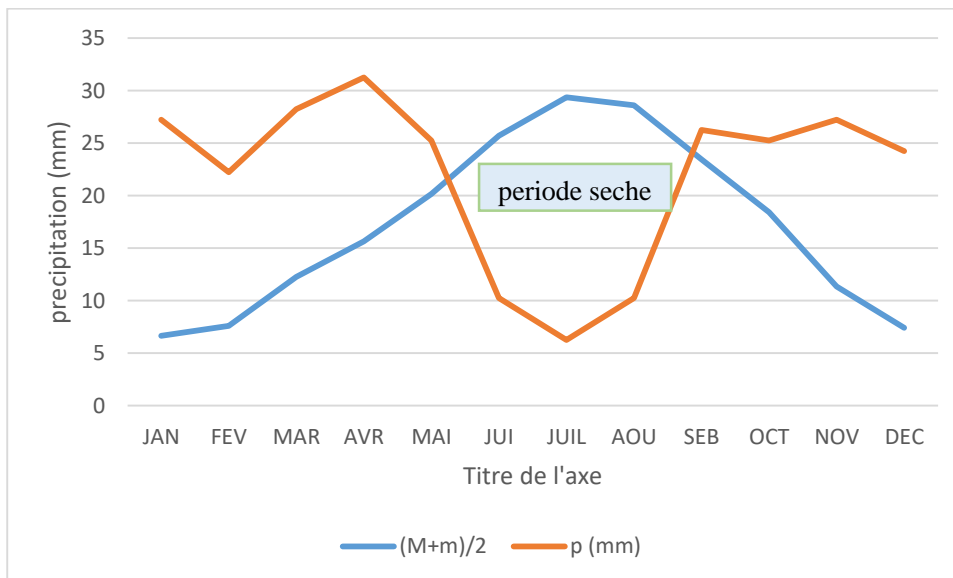
### 3/ Synthèse climatique

La synthèse climatique est appréciée par le diagramme ombrothermique de **Gausсен et Bagnouls (1953)** et le climagramme d'Emberger.

#### 3-1/ Diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls (1953)

La représentation de ce diagramme consiste à porter sur le même graphique les variations des températures moyennes et les précipitations. Elles sont portées sur deux axes parallèles en fonction du temps, dont l'échelle est ( $P=2 \text{ mm} \leq T=1^\circ\text{C}$ ).

**Bagnouls et Gausсен, (1953)** considèrent un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations (mm) est inférieur ou égal à deux fois la valeur de température moyenne mensuelle exprimé en °C. Autrement exprimé par ( $P \leq 2 T$ ). Le diagramme ainsi obtenu (**figure n°11**) permet de visualiser la saison sèche où la courbe des températures passe au-dessus de celle des précipitations.



**Figure n°11 : la région El-Ouled Derradj allant la période de 1991-2021 dans Diagramme ombrothermique (climate-data.org)**

Le diagramme montre que le mois où les précipitations sont les plus faibles est juillet, avec seulement 6.24 mm au total. Une période humide entrecoupée par une sèche qui dure 4 mois est notée pour la région de Ouled Derradj. La plupart des précipitations tombent en avril, avec une moyenne de 31.24 mm.

### 3-2 / Climagramme pluviométrique d'Emberger

Slon **Dajoz (1996)**, le climagramme pluviométrique d'Emberger permet le classement de différents types de climats par l'utilisation du quotient pluviométrique d'Emberger

La formule du quotient pluviométrique d'Emberger :

$$Q2 = (1000P) / (M - m)(M + m) = (2000P) / (M^2 - m^2)$$

**Avec :**

**P** : Précipitations moyennes annuelles en (mm)

**M** : moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud en (C°)

**m** : moyenne des minima des températures du mois plus froids en (C°)

**M-m** : Amplitude thermique extrême moyenne

**Stewart (1969)**, transforme cette équation, pour l'adaptation au climat méditerranéen et obtient la formule suivante :

**Q2** : quotient pluviométrique d'Emberger

**P** : pluviométrie annuelle (mm)

**M** : Température moyenne maximale du mois les plus chauds exprimés en C°

**m** : Température moyenne minimale du mois plus froids en (C°)

- Le quotient pluviométrique de la région El-Ouled Derradj :

**P** : 309.8 mm

**M** : 36.42 C°

**m** : 2.38 C°

$$Q2 = (3.43 * 309.8) / (36.42 - 2.38)$$

$$Q2 = 1062.61 / 34.04$$

$$Q2 = 31.22$$

D'après ces données, la région de El-Ouled Derradj se localise dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver frais (**figure n° 21**).

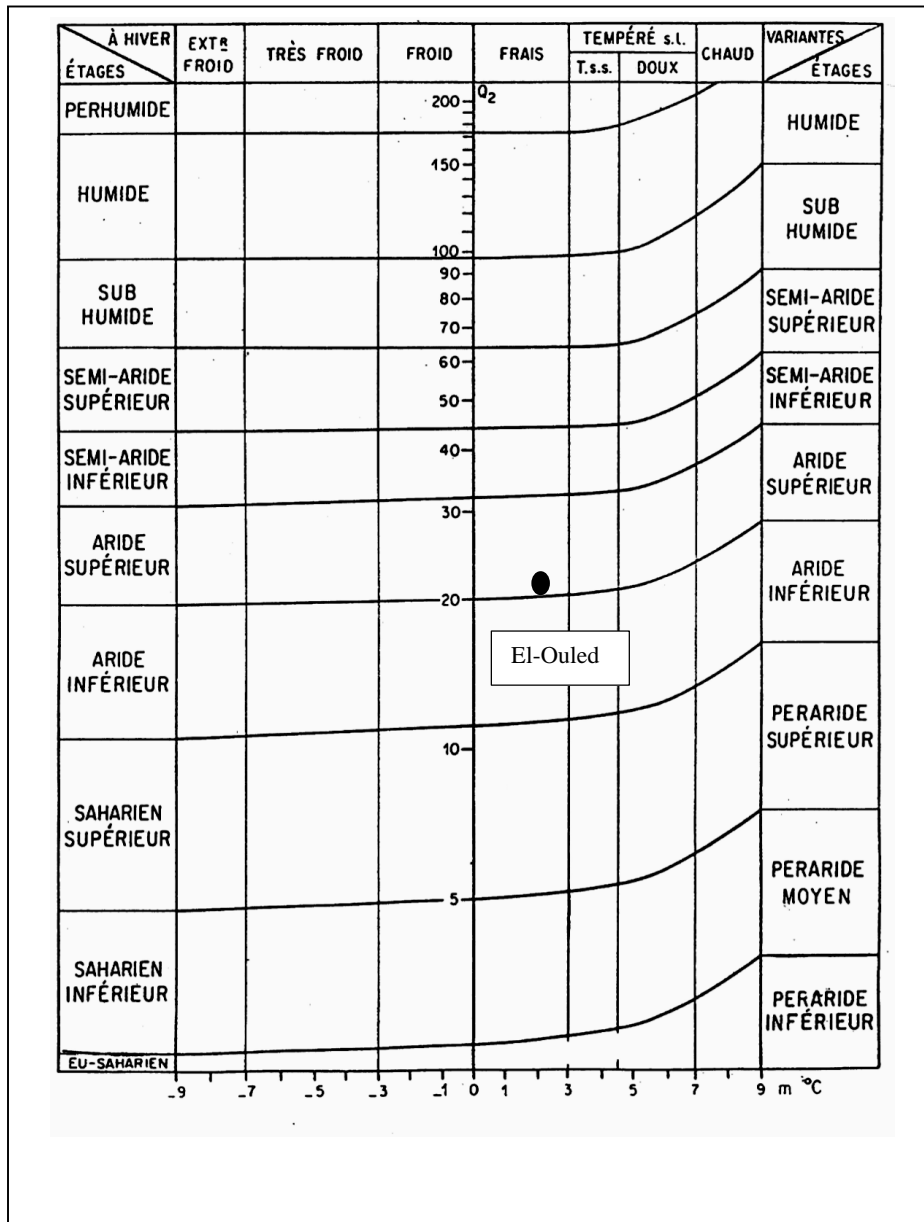


Figure n°12 : Localisation de la région El-Ouled Derradj dans le climagramme d'EMBERGER pour la période allant de 1991 à 2021



# **Chapitre III**

## **Matériels et Méthodes**

---

## Chapitre III : Matériels et méthodes

Ce chapitre décrit la station d'étude, les caractéristiques du verger dans lequel ce travail a été mené ainsi que le matériel et les méthodes utilisées.

- **Objectif d'étude**

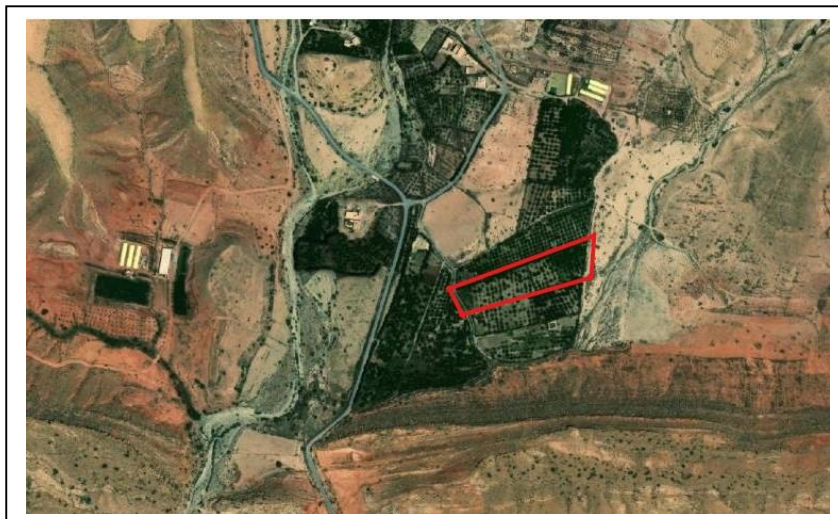
Notre étude a comme objectif l'identification des mouches de fruits Tephritidae et Drosophilidae dans un verger polyculture par un piégeage massif et de déterminer le taux d'émergence ou le taux d'infestation des adultes à partir de la mise en incubation des fruits.

### 1/ Choix de la station d'étude

Le choix de la station s'effectue en fonction de certains paramètres :

- Sécurité et facilité d'accès.
- Importance de la surface du verger (3 hectares).
- Présence de différents types de cultures fruitières et cultures maraîchères.
- Pas d'utilisation des pesticides.
- Dommages considérables enregistrés sur les fruits au cours des années précédentes.

### 2/ Présentation de la station d'étude



**Figure n°13 : Image satellitaire de la station d'étude (Source : Google Earth).**

### 3/ Description du verger

Le verger d'étude contient des fruitiers mixtes : arboriculture fruitière et culture maraichère à fruits (**figure n°14**).

- **Arboriculture fruitière** : 1000 arbres de Grenadier - 600 arbres d'Abricotier - 100 arbres d'Olivier - 60 arbres de Pommier
- **Culture maraichère** : Potiron – Coriandre – Oignon – Piment – Fève
- **Système d'irrigation** : Goutte à goutte et inondation
- **Distance (arbres et lignes)** : 7 m
- **Fertilisation** : présent (fumure)
- **Traitement phytosanitaire** : absent
- **Désherbage et travail de sol** : présent



**Figure n°14 : Verger Ouled Darradj (photo originale)**

### 4/ Méthodologie de travail

La méthodologie de travail adoptée se divise en deux parties :

- **Sur le terrain** : piégeage et prélèvement des échantillons.
- **Au laboratoire** : incubation des fruits et identification des insectes.

#### 4-1/ Piégeage des mouches de fruits

##### 4-1-1/ Description des pièges

Les pièges utilisés sont le Droso-trap pour la capture des Drosophilidae et le piège Olike pour la capture des Tephritidae. Le premier type de piège (droso-trap) est fabriqué à l'aide d'une bouteille en plastique (0.5L) percée par des trous d'un diamètre de 3mm et entourée à l'extérieur par une bande rouge pour attirer les mouches de fruits visuellement (**figure n°15**).

Dans chaque bouteille est versée une solution qui sert comme attractif alimentaire olfactif à base d'eau (250 ml), vinaigre du cidre (5 cuillères à café), sucre (1 cuillère) et levure (1 cuillères à café).

Concernant le deuxième type de piège (Olipe), ce dernier est fabriqué en utilisant les mêmes bouteilles en plastique (mêmes que les droso trap) avec des trous légèrement plus larges de 4mm à 5mm et une bande jaune (attraction visuelle). A l'intérieur de ces bouteilles une solution d'eau avec attractif alimentaire (Phosphate diammonique) est utilisée (**figure n°16**).



**Figure n°15 : Droso-trap  
(photo originale)**



**Figure n°16 : Piège olipe  
(photo originale)**

Durant la période du piégeage qui est égale à cinq semaines depuis le début novembre jusqu'à la première semaine de décembre, nous avons mis en place un total de 140 pièges Droso à raison de 30 pièges/semaine sauf pour la dernière semaine où 20 Droso-trap ont été placés et 10 pièges Olipe. L'installation des pièges est faite au hasard de sorte qu'elle couvre toute la surface du verger (**figure n°17**). Ces pièges sont suspendus sur un rameau de l'arbre à hauteur d'homme (**figure n°18**). Ils sont laissés pendant une durée de 8 jours avant d'être récupérés et filtré à l'aide d'une passoire.

La date de la première installation des pièges est le 03/11/2023, la récupération est faite dans un intervalle d'une semaine. Nous avons conservé les échantillons récupérés dans l'alcool chirurgical à 70° avant de procéder à leur identification taxonomique (**figure n°19**). Le programme de récupération est comme suit :

- **Première récupération : 10/11/2023**
- **Deuxième récupération : 17/11/2023**
- **Troisième récupération : 24/11/2023**
- **Quatrième récupération : 1/12/2023**
- **Cinquième récupération : 8/12/2023**



**Figure n°17 : Plan de piégeages dans le verger (photo originale)**



**Figure n°18 : Piège drosotrap suspendu sur grenadier (photo originale)**



**Figure n°19 : Conservation des échantillons dans l'alcool chirurgical à 70°(photo originale)**

#### **4-1-2/ Identification taxonomique et conservation :**

Nous avons procédé à un tri des spécimens de Diptères en utilisant des outils comme les boîtes pétri, les pinces, les aiguilles et les loupes binoculaires (**figure n°20**).

L'identification des mouches de fruits est faite par Prof. Khaldi M. et Prof. Barech G. (Département des Sciences Agronomique, Université de M'sila) en utilisant des guides spécialisés notamment Miller *et al.*,(2017) et De Meyer *et al.*,(2023).



**Figure n°20 : tri des spécimens pour l'identification et matériels utilisés (Photo original)**

#### **4-2/ Emergence (mise en incubation)**

Pour effectuer le test d'émergence, deux étapes ont été suivies, sur le terrain et au laboratoire.

##### **4-2-1/ Sur terrain**

Les prélèvements d'échantillons de fruits ont été réalisés dans le même verger d'une manière aléatoire, le 3 novembre 2023. Un total de 50 fruits, selon la disponibilité, est mis en incubation (10 grenades, 10 pommes, 10 olives, 10 potirons et 10 piments). Chaque échantillon de fruits prélevé a été étiqueté et pesé puis apporté au laboratoire pour l'incubation.

##### **4-2-2/ Au laboratoire**

Une fois au laboratoire, les échantillons de fruits ont été placés dans des pots en plastique et recouvert par une toile grillagée. Chaque pot est ensuite étiqueté (le poids de fruits et la date d'échantillonnage sont portées sur l'étiquette).

Les fruits ainsi placés ont été observé tous les 5 jours pendant 2 mois. Chaque fruit a été observé et ceux contenant des larves de mouches des fruits et autre insectes ont été identifiés et dénombrés. Lorsqu'il n'était pas possible de constater l'infestation à partir des fruits entiers une dissection a été effectuée pour y parvenir (**figure n°21 et 22**).



**Figure n°21 : fruits dans les pots pour l'émergence (photo originale)**



**Figure n°22 : Résultat de l'émergence (photo originale)**

## 5/ Exploitation des résultats

Pour l'exploitation des résultats de cette étude, nous avons utilisé comme indices, richesse spécifique (S), l'abondance relative (AR%), fréquence d'occurrence (FO%), l'indice de diversité de Shannon (H'), l'indice de diversité maximale (H max ), l'équitabilité (E), prévalence (FTD) et enfin l'incidence des dégâts (I).

### 5-1/ Richesse spécifique S

Selon **Grall et al. (2006)**. La Richesse spécifique S est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface.

### 5-2/ Abondance relative (AR%)

Selon **Ramade (2008)**, l'abondance relative est l'importance numérique relative d'une espèce dans un peuplement. On distingue l'abondance absolue, mesure de la densité de la population de l'espèce dans son habitat, et l'abondance relative que comporte le peuplement on aura :

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

**Avec :**

**ni** : nombre d'individus d'une espèce i.

**N** : nombre total d'individus que comporte le peuplement.

**5-3/ Fréquence d'occurrence (FO%)**

Selon **Gobat *et al.*, (2010)**, la fréquence d'occurrence est le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre de relevés contenant une espèce donnée et le nombre total de relevés. Elle est calculée par la formule suivante :

$$FO = (pi \times 100) \div P$$

**Pi** : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

**P** : le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de FO, **Ramade (2003)** distingue les catégories suivantes

Si 75% ≤ F.O. ≤ 100%	espèces constantes.
Si 50% ≤ F.O. <75%	espèces régulières.
Si 25 ≤ F.O. ≤ 49%	espèces accessoires.
Si 5% ≤ F.O. < 25%	espèces accidentelles.

**5-5/ Indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité de Piélou (J')**

L'indice de Shannon est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (**Gray et al, 1992**). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^n Pi \log Pi$$

Où :

pi = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : pi = ni/N.

S = nombre total d'espèces.

ni = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon.

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Il est nécessaire de préciser la base du logarithme utilisée (base 2 (la plus courante), base 10, etc...) (**Grall et al., 2006**).

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont co-dominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à log S (lorsque toutes les espèces ont même abondance) (**Grall et al., 2006**).

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Piélou :

$$E = H' \div H'max$$

H'max = log S (S= nombre total d'espèces) (**Grall et al., 2006**).

### **5-6/ Incidence des dégâts (I)**

Pour les différentes espèces fruitières hôtes des Tephritidae et Drosophilidae, l'incidence des dégâts (I) des Tephritidae et des drosophilidae a été déterminée pour chaque type de fruitier mis en incubation. Cette mesure a été réalisée en calculant le taux d'attaque des échantillons collectés selon la formule suivante :

$$I = (FA \times 100) \div FP$$

**FA**= désigne le nombre de fruits infestés dans l'échantillon.

**FP**= nombre total de fruits prélevés de l'échantillon.

(Vayssières *et al.* 2009 ; Ouedraogo *et al.*, 2011).



# **Chapitre IV**

## **Résultats et Discussions**

**Chapitre IV : Résultats et discussions**

Nous présentons ci-dessous les résultats des pièges drosos-trap et pièges olipe durant l’année 2023 dans un verger polyculture (El-Ouled Derradj commune Ouled derradj).

**1/ Inventaire des mouches de fruits capturées dans le verger**

L’inventaire des mouches de fruits a révélé la présence de deux familles de Diptera à savoir la famille des Drosophilidae et la famille des Tephritidae. L’absence de traitement phytosanitaire dans le verger en question peut influencer positivement la biodiversité des mouches des fruits dans cet écosystème. Le tableau n°15 représente les espèces de Drosophilidae et de Tephritidae capturées dans les pièges drosos-trap et pièges olipe durant une période de cinq semaines (du 3/11/2023 au 8/12/2023).

**Tableau n°15 : Dénombrement des espèces de drosophilidae et tephritidae capturées dans les pièges**

Famille	Espèce	Ni
<b>Tephritidae</b>	<i>Ceratitis capitata</i>	<b>1236</b>
	<i>Bactrocera oleae</i>	<b>103</b>
	<i>Dacus sp</i>	<b>44</b>
	<i>Dacus near sp</i>	<b>17</b>
<b>Drosophilidae</b>	<i>Drosophilidae sp</i>	<b>4502</b>
	<i>Drosophila melanogaster</i>	<b>1277</b>
Total (N)	$N=\sum ni=$	7179

**ni** : nombre d’individus par espèce

**N** : nombre total des individus de toutes espèces

Le nombre total des individus de toutes espèces confondues de mouches de fruits (Drosophilidae et Tephritidae) est égale à **7179** durant cinq (5) semaines. Les espèces les plus abondantes dans les pièges appartiennent à la famille des Drosophilidae soient *Drosophilidae sp* (4502 individus) suivie par *Drosophila melanogaster* (1277 individus). Après nous trouverons la famille de Tephritidae avec *Ceratitis capitata* (1236 individus). Les autres Tephritidae présentent une faible abondance soient *Bactrocera oleae* (103 individus), *Dacus sp* (44 individus) et en fin *Dacus cf. near sp* (17 individus) (**figure n°23**).

## 2/ Dénombrement des individus par sexe pour les espèces inventoriées

Le tableau n°16 (ci-dessous) enregistre la liste des espèces de mouches de fruits inventoriées dans le verger d'El-Ouled Derradj selon le sexe.

**Tableau n°16 : Dénombrement des mâles et femelles de mouches de fruits dans le verger d'El-Ouled Derradj**

Famille	Espèce	femelles	males
<b>Tephritidae</b>	<i>Ceratitis capitata</i>	618	<b>618</b>
	<i>Bactrocera oleae</i>	54	<b>49</b>
	<i>Dacus sp</i>	38	<b>6</b>
	<i>Dacus near sp</i>	7	<b>10</b>
<b>Drosophilidae</b>	<i>Drosophilidaesp</i>	2894	<b>1608</b>
	<i>Drosophila melanogaster</i>	<b>964</b>	<b>313</b>

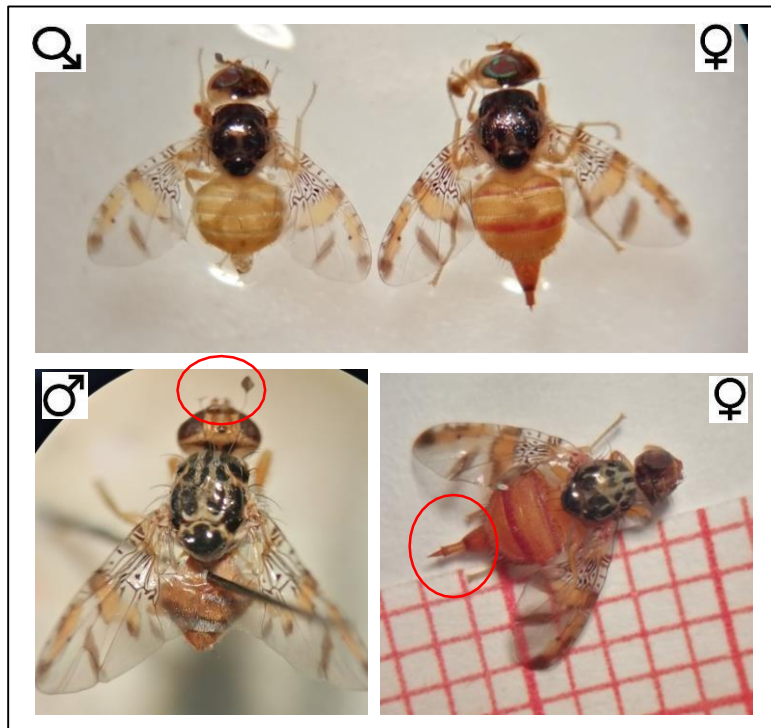
Suite à notre expérimentation, nous avons noté que le nombre total des femelles des mouches de fruits à El-Ouled Derradj est toujours supérieur à celui des mâles pour l'ensemble des espèces de Drosophilidae et de Tephritidae. Nous signalons une exception faite pour deux espèces de Tephritidae soient *Ceratitis capitata* où le nombre de mâles est égale au nombre de femelle (618 individus), alors que la deuxième espèce *Dacus cf. near sp* présente un nombre de mâles dépassant le nombre de femelles (7 vs 10 respectivement). (**Figure n°24**).

## 3/ Description des espèces capturées par les pièges dans l'agroécosystème choisi

### 3-1/ Famille Tephritidae

#### 3-1-1/ *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)

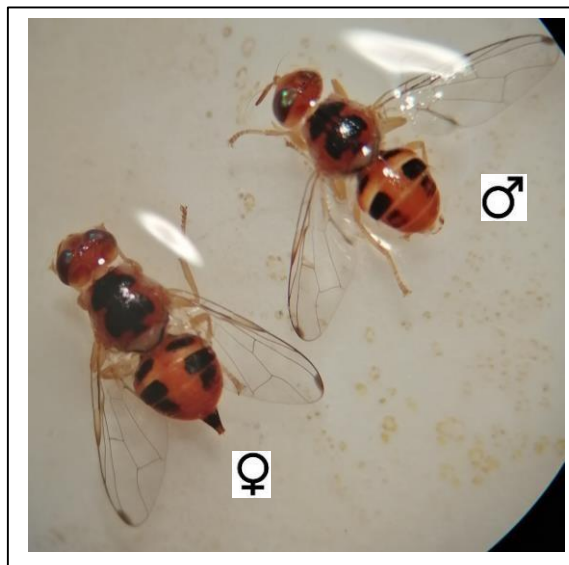
L'adulte de la mouche méditerranéenne des fruits mesure 3,5 à 5 mm de longueur. Sa couleur est jaunâtre avec une teinte brune, surtout sur l'abdomen, les pattes et quelques marques sur les ailes. Yeux violet rougeâtre. Présence de soies ocellaires. Le mâle a une paire de soies modifiées dont l'extrémité apicale est foncée et en forme de losange, à côté du bord interne des yeux. Postpronotum (humérus) blanc, avec une tache noire distincte. Mésonotum de couleur noire. Les ailes sont généralement maintenues en position tombante chez les mouches vivantes, sont larges et hyalines. Les bandes sur l'aile bien développées, à prédominance jaune. Les femelles se distinguent par la moitié apicale du scutellum qui est entièrement noire (**Weems, 1981 ; EPPO, 2011**). La figure n°25 représente le mâle et la femelle de *Ceratitis capitata* avec les soies céphaliques du mâle et l'ovipositeur de la femelle.



**Figure n°25 : Soies céphaliques du mâle (à gauche) et ovipositeur de la femelle (à droite) de *Ceratitis capitata* (photo originale)**

### **3-1-2/ *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790)**

La femelle adulte mesure environ 5 mm de long et ses ailes ont une envergure d'environ 10 mm. Les ailes sont en grande partie transparentes et marquées de brun, avec tache à l'extrémité des ailes. Le thorax est noir, avec une pubescence argentée sur la face dorsale. Striée de trois étroites lignes noires parallèles noires. Les humérus et une zone au-dessus et au-dessous de la base des ailes sont jaunes. L'abdomen est noir, couvert d'une pubescence grise éparses. Les segments basaux sont marqués de bandes transversales pâles et d'une barre parallèle irrégulière ou une tache brun-rougeâtre occupant le centre des segments apicaux. La femelle possède un ovipositeur dentelé qui sert à percer la peau des fruits lors de la ponte (Weems et Nation, 2009 ; Byron et Gillett-Kaufman, 2003).



**Figure n°26 : Mâle et femelle de *Bactrocera oleae* (photo originale)**

### **3-1-3/ *Dacus* sp**

Selon **GMRS (2020)**, la taille moyenne de l'adulte est de 10 à 11 mm de longueur et il a une couleur à dominante orange. C'est une espèce mouches des fruits de grande taille à l'intérieur. Le thorax de 3,5 à 4 mm de longueur, présente deux pointes sur sa partie basale noir arrondi. Les ailes sont transparentes et elles se caractérisent par la présence d'une pointe apicale qui s'étend sur plus de la moitié entre les veines R 4 + 5 et M. Les segments abdominaux sont fusionnés, présents deux points noirs de chaque côté du segment 3 et une ligne. Les femelles ont un long appendice ovipositeur, jusqu'à 6 mm de longueur, pointu et sans dents. Ils peuvent mettre 10 à 110 œufs par couvée (**Figure n°27**).

### **3-2/ Famille Drosophilidae**

#### **3-2-1/ *Drosophilidae* sp**

L'identification de cette espèce est fortement facilitée par la présence d'une caractéristique unique, à savoir les épines composites sur le fémur de la patte avant. La couleur de base de la mouche (tête, thorax et abdomen) est jaunâtre. Un nombre pair de bandes blanches bordées de noir sur la tête et le thorax. Les bandes noires sont partout de largeur égale ; les bandes ne s'élargissent pas sur le scutellum. Scutellum sans pointe blanche (**Van der Linde, 2010**). (**Figure n°28**).

Les femelles pondent au bord des ostioles de figues de différents états de maturité ou directement à l'intérieur de ceux-ci. Les œufs de *Drosophilidae* sp sont caractérisés par la

présence de 4 appendices respiratoires, contrairement aux espèces de drosophiles qui possèdent seulement 2 (**Bautista Martínez et al., 2017**).

### 3-2-2/ *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830

La mouche de vinaigre mesure environ 3 mm de long ce qui nécessite de les observer sous une loupe binoculaire. Il existe un dimorphisme sexuel. Pour différencier les mâles et les femelles, plusieurs caractères peuvent être considérés :

**Taille** : les femelles sont plus grandes que les mâles.

**Abdomen** : l'abdomen de la femelle est de forme pointue, avec des segments terminaux de couleur claire. L'abdomen du mâle est plus arrondi, avec des segments terminaux très foncés (figure n°29) (**Pol, 2002**).



**Figure n°29 : *Drosophila melanogaster* adulte mâle (à gauche) et femelle (à droite) (photo originale)**

## 4/ Exploitation des résultats par les indices écologiques

### 4-1/ Richesse spécifique (S)

La richesse spécifique dans le verger d'étude révèle la présence de six espèces de mouches de fruits (**S= 6**) durant les cinq semaines d'étude (Voir Ci-dessus Tableau n° 15).

### 4-2/ Abondance relative

Nous présentons ci-dessous les fréquences centésimales des espèces de mouches de fruits capturée dans les pièges droso-trap et pièges olipe (Tab. 17 ; Fig. 30)

**Tableau n°17 : Nombre d'individus (ni) et Abondance relative (AR%) des espèces de Tephritidae et de Drosophilidae**

Espèce	1 <sup>ère</sup> semaine		2 <sup>ème</sup> semaine		3 <sup>ème</sup> semaine		4 <sup>ème</sup> semaine		5 <sup>ème</sup> semaine	
	ni	AR %	ni	AR %	ni	AR %	ni	AR %	ni	AR %
<i>C. capitata</i>	397	11,6 8	233	16,3 5	153	12,6 3	21 6	38,5 0	237	<b>40,6 5</b>
<i>B. oleae</i>	26	0,76	33	2,32	6	0,50	4	0,71	34	<b>5,83</b>
<i>D. sp</i>	19	0,56	8	0,56	0	0,00	4	0,71	13	<b>2,23</b>
<i>D. near sp</i>	2	0,06	3	0,21	5	0,41	3	0,53	4	<b>0,69</b>
<i>Z. sp</i>	231 2	68,0 2	901	63,2 3	817	67,4 6	24 7	44,0 3	225	<b>38,5 9</b>
<i>D. melanogaster</i>	643	18,9 2	247	17,3 3	230	18,9 9	87	15,5 1	70	<b>12,0 1</b>
Total	<b>339 9</b>		<b>142 5</b>		<b>121 1</b>		<b>56 1</b>		<b>583</b>	

D'après les résultats du tableau n° 17 et de la figure n° 30, l'espèce *Drosophilidae sp* est la plus fréquente avec une évolution d'abondance relative allant de 44% jusqu'à 68% durant les cinq semaines d'étude. Elle est suivie par l'espèce *Ceratitidis capitata* à AR% confiné entre (11% et 40%). La troisième position est prise par *Drosophila melanogaster* (AR% entre 12% et 19%). Les dernières trois espèces *Bactrocera oleae*, *Dacus sp* et *Dacus Cf. near sp* sont faiblement représentées avec des abondances relatives variant de 0% à 6%.

Nous pouvons déduire que *Drosophilidae sp* présente une pullulation dans le milieu d'étude. Cette espèce a été signalée pour la première fois en Algérie par **Khalidi et al. (2021)** dans deux vergers de grenadiers à El Kharza (M'sila) où les niveaux d'infestations été moyennement remarquables. Déjà, **Fartyal et al. (2014)** qualifient ladite espèce comme invasive et très polyphage avec une gamme plus large d'espèces hôtes.

Récemment, **Medjenah et Daoud (2021)** étudiaient les mouches de fruits dans la commune d'Ouled Derradj qui est proche de notre station d'étude. Ces auteurs enregistrent la présence des espèces *Drosophilidae sp* et *Drosophila melanogaster* dans deux vergers de prunier avec un effectif assez élevé. De même pour l'étude de **Chenith et Idir (2022)** qui ont travaillé dans deux grenaderaies, l'une à Ouled Addi et l'autre à Boukhemissa, enregistrant une attaque similaire par les deux espèces suscitées. Par ailleurs, *Ceratitidis capitata* a été signalée par **Khaladi (2018)** dans une grenaderaie à M'sila avec de faibles présences en comparant avec les résultats de notre expérimentation.

Le nombre élevé de Drosophilidae et Tephritidae capturées peut nous permettre de dire que les pièges droso-trap et piège olipe sont très efficace pour le suivi de dynamique des populations de ces mouches de fruits ainsi que pour le contrôle de ces ravageurs potentiels en arboriculture fruitière. De ce fait, ce type de piégeage permet de diminuer l’infestation des mouches de fruits et de limiter leurs propagations surtout en l’absence de traitement phytosanitaire.

#### 4-3 / Fréquence d’occurrence (FO%)

La fréquence d’occurrence calculée pour des espèces de mouche de fruit capturées dans le verger d’étude est représentée dans le tableau n° 18.

**Tableau n°18 : Fréquence d’occurrence (FO%) de Drosophilidae et Tephritidae**

Espèce	pi T	P	FO%	Catégorie
<i>Ceratitis capitata</i>	142	15	94,67	<b>Constantes</b>
<i>Bactrocera oleae</i>	49	0	32,67	<b>Accessoires</b>
<i>Dacus sp</i>	17		11,33	<b>Accidentelles</b>
<i>Dacus near sp</i>	11		7,33	<b>Accidentelles</b>
<i>Drosophilidaesp</i>	140		93,33	<b>Constantes</b>
<i>Drosophila melanogaster</i>	<b>124</b>		<b>82,67</b>	<b>Constantes</b>

**pi T** : nombre total des relevés (Pièges) où l’espèce est présente.

**P** : nombre total de relevés (Pièges) réalisés durant cinq semaines.

Pendant les cinq semaines d’étude *Ceratitis capitata*, *Drosophilidae sp* et *Drosophila melanogaster* se montrent comme des espèces constantes avec des fréquences d’occurrences égales à 94.67%, 93.33% et 82.67% respectivement. Par contre, nous avons noté une seule espèce qui est considérée comme espèce accessoires avec (FO = 32.67%). En fin, les deux espèces restantes sont classées au sein de la catégorie accidentelle.

#### 4-4/ Prévalence ou indice (FTD)

Les prévalences des espèces drosophilidae et tephritidae capturée dans les pièges droso-trap et olipe au niveau de verger polyculture sont présentée par la **figure n°31**.

Dans le but de surveiller et de comparer les populations de mouches des fruits dans différentes régions et temps. Les pièges sont placés pour donner une estimation du nombre relative des drosophilidae et tephritidae adultes capturées dans les pièges. C'est ce qu'on appelle la prévalence ou l'indice journalier de capture de mouche (*Fly per Trap per Day*).

La figure n°29 montre qu'il y a une déférence entre les FTD de chaque espèce. Cependant, le dénominateur commun à toutes les espèces est qu'ils ont des prévalences élevées pendant la première semaine puis elles diminuent progressivement au cours des cinq semaines qui succèdent. Sachant que le piégeage est étalé du début novembre jusqu'à mi-décembre 2023. Il faut noter que *Drosophilidae sp* occupe la première place avec un indice journalier de capture de mouche très élevé, suivi respectivement par les deux espèces *Drosophila melanogaster* et *Ceratitis capitata*. Les trois espèces qui restent soient *Bactrocera olae*, *Dacus sp* et *Dacus cf. near sp* possèdent les plus faibles prévalences durant toute la période d'étude.

#### 4-5/ Indices écologiques de structure (H', Hmax, E)

Nous avons calculé les indices de structure pour les mouches de fruit capturée par les pièges durant la période d'étude. Ils s'agissent de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'indice d'équitabilité. Les résultats des calculs sont mentionnés dans le tableau n° 19.

**Tableau n°19 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de diversité maximale (Hmax) et équitabilité appliqués sur les espèces capturée.**

	H'	H max	E
1 <sup>er</sup> semaine	1,30	2,58	<b>0,50</b>
2 <sup>ème</sup> semaine	1,47	2,58	<b>0,57</b>
3 <sup>ème</sup> semaine	1,29	2,58	<b>0,50</b>
4 <sup>ème</sup> semaine	1,61	2,58	<b>0,62</b>
5 <sup>ème</sup> semaine	<b>1,84</b>	<b>2,58</b>	<b>0,71</b>

Le tableau ci-dessus indique que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver enregistrées dans un verger polyculture se rapprochent dans les trois premières semaines (entre 1.29 et 1.47). De même pour l'équitabilité (entre 0.50 et 0.57). Selon **Faurie et al. (2011)** les valeurs les plus faibles de H', inférieures à 1,5 bits/individu, sont associées à des peuplements dominés quantitativement par une ou quelques espèces. Ce genre de situation se rencontre lors de la phase de colonisation d'un biotope.

Par contre dans les deux dernières semaines les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité sont élevés par rapport aux premières semaines soit pour l'indice de diversité de Shannon-Weaver ou pour l'équitabilité (1.61, 1.84 et 0.62, 0.71 respectivement). La

diversité maximale est la même dans les cinq semaines d'étude ( $H_{max} = 2.58$ ). D'après **Ramade (2009)** l'indice de l'équitabilité permet de comparer des peuplements situés dans des régions géographiques différentes ou l'état d'un même peuplement saisi à des moments différents. L'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus.

### **5/ Résultats de l'émergence**

Les résultats de cette étude menée en laboratoire, sur une période d'incubation de deux mois, révèlent des attaques d'insectes nuisibles seulement à ces fruits. Le tableau n° 20 (ci-dessus) représente les espèces d'insectes qui ont émergé à partir des différents fruits ainsi que leurs nombres d'individus.

**Tableau n°20 : Espèces émergentes des fruits mis en incubation**

Fruits	Espèces émergentes	Ni	
Grenade	Lepidoptera : Lycaenidae	<i>Lycaenidae</i>	<b>10</b>
	Lepidoptera : Pyralidae	Pyralidae indéterminée	<b>5</b>
	Diptera : Drosophilidae	<i>Drosophilidaesp</i>	<b>216</b>
		<i>Drosophila melanogaster</i>	<b>67</b>
Olive	Diptera : Tephritidae	<i>Bactrocera oleae</i>	<b>4</b>
Piment	Diptera : Drosophilidae	<i>Ceratitis capitata</i>	<b>26</b>
		<i>Drosophila melanogaster</i>	<b>2</b>
Pomme	Lepidoptera : Pyralidae	Pyralidae indéterminée	<b>9</b>
	Diptera : Drosophilidae	<i>Drosophilidaesp</i>	<b>67</b>
		<i>Drosophila melanogaster</i>	<b>22</b>
	Coleoptera : Nitidulidae	<i>Carpophilus mutilatus</i>	<b>5</b>
	Diptera : Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	<b>4</b>
	Psocoptera : Fam. Ind.	Psocoptera esp. indéterminée	<b>1</b>
Potiron	Diptera : Tephritidae	<i>Dacus sp</i>	<b>33</b>
		<i>Dacus sp2</i>	<b>150</b>

Les espèces d'insectes qui ont attirés notre attention par rapport à leurs importances économiques sont : *Ceratitis capitata*, *Bactrocera oleae*, *Dacus sp*, *Lycaenidae* et *Drosophilidaesp*.

Ici, nous notons le premier signalement du papillon nuisible *Lycaenidae* sur grenadier à M'sila. Ce ravageur a été signalé pour la première fois en Algérie par **Beladis et al (2018)** sur grenadier et sur palmier dattier dans quatre stations : vallée du M'zab, Zelfana, Djamâa et Laghouat. Ces mêmes auteurs déclarent que l'origine de l'introduction de *D. livia* en Algérie est inconnue, mais il est probable qu'elle résulte d'une dissémination naturelle à partir des pays voisins où l'espèce est présente. Quant à l'espèce *Dacus sp*, qui est une mouche de fruit Tephritidae, elle est considérée aussi comme un ravageur potentiel des Cucurbitaceae. **Benras et al. (2023)** ont capturé ce ravageur sur la culture du melon *Cucumis melo* L. à Timimoun au Nord-Ouest du Sahara Algérien. A M'sila, Mekki et al. (Comm. Pers.) ont capturé *D. sp* en

2018 par le biais d'un piège Oliepe placé dans un agroécosystème de grenadier.

### 5-1/ Incidence des dégâts (I)

Incidences des dégâts des insectes émergés dans les fruits mise en incubation pendant période deux mois sont illustrée sur la figure n°30.

A partir de la figure n°32 le suivi des fruits mise en incubation pendant deux mois a révélé l'infestation presque de tous les fruits incubés par des ravageurs multiples comme les Diptera (*Drosophilidae* et *Tephritidae*), les Lepidoptera et les Coleoptera.

L'incidence des dégâts de *Drosophilidae sp* dans la grenade et la pomme est égale respectivement à 80 et 30 % avec l'absence d'attaque dans les autres types de fruits.

D'autre part *Drosophila melanogaster* attaque aussi la grenade et la pomme en plus du piment (I = 50, 60, 10) respectivement. La famille des *Drosophilidae* enregistre ses attaques sur les arbres fruitiers et la culture maraichère (piment).

*Ceratitis capitata* attaque le piment et la pomme avec (I= 60, 40) par contre *Bactrocera oleae* attaque seulement les olives. Cela montre une spécificité de l'hôte de *B. oleae*, alors que *Ceratitis capitata* est signalée sur plusieurs hôtes même en association parfois avec d'autres membres de la famille des *Tephritidae*. Il faut noter que *Dacus sp* a été trouvé uniquement sur le Cucurbitaceae (potiron) avec (I= 90%).

Le papillon *Lycaenidae* a été enregistré pour son infestation sur les grenades seulement avec une incidence 60%.



# **Conclusion**

## Conclusion

Au terme de ce travail, ayant pour objet l'étude qualitative et quantitative des mouches des fruits dans un verger polyculture à El-Ouled Derradj (Ouled Derradj - M'sila), nous avons procédé à une investigation entomologique visant à inventorier les mouches de fruits Drosophilidae et Tephritidae qui peuvent nuire aux différentes plantations agricoles comme : le grenadier, le pommier, l'abricotier, l'olivier, le potiron et le piment. C'est un suivi sur terrain qui s'est étalé du 03/11/2023 jusqu'au 8/12/2023 en utilisant trois méthodes d'échantillonnages à savoir la méthode de la récolte des fruits à la main pour l'incubation, les pièges droso-trap et les pièges olipe.

L'utilisation de ces méthodes d'échantillonnage nous ont permis de recenser plusieurs espèces d'insectes, entre autres six (6) espèces sont considérées comme mouches de fruits à savoir : *Ceratitis capitata*, *Bactrocera oleae*, *Drosophilidae sp*, *Dacus sp*, *Dacus cf. near sp* et *Drosophila melanogaster*.

Notre échantillonnage nous a permis de faire une capture de 7179 individus de mouches des fruits. La famille des Drosophilidae occupe le premier rang avec 5779 individus répartis sur 3858 femelles et 1921 mâles. Quant à la famille des Tephritidae elle est représentée par 1400 individus soient 717 femelles et 683 mâles. Le nombre d'espèces que nous avons pu inventorier restent toujours au-dessous du nombre réel des espèces qu'abritent ces milieux d'étude, d'où la nécessité de combiner d'autres types de pièges de mouches des fruits avec d'autres attractifs plus ciblés et plus efficaces.

L'application des indices écologiques sur les résultats obtenus a mis en évidence la catégorisation suivante : Pour la fréquence centésimale trois espèces sont qualifiées de « plus abondante » soient : *Drosophilidae indainus* (68%), *Ceratitis capitata* (40%) et *Drosophila melanogaster* (19%).

Quant aux fréquences d'occurrences, il a été enregistré de fortes valeurs pour les trois espèces *Ceratitis capitata*, *Drosophilidae sp* et *Drosophila melanogaster* (avec 94.67%, 93.33% et 82.67% respectivement) ainsi que de faibles valeurs pour le reste des espèces de mouches de fruits comme *Bactrocera oleae*, *Dacus sp* et *Dacus cf. near sp* (avec 32,67%, 11,33% et 7,33%). Concernant le calcul du FTD ou l'indice journalier de capture de mouche par piège il a été noté que *Drosophilidae indainus* occupe la première place avec une prévalence très élevée par rapport aux autres espèces.

En plus des résultats du piégeage massif (drosotrap et olipe), nous avons ajouté un suivi quotidien de l'incubation des fruits de grenades, de pommes, des olives, du potiron et du piment) qui a duré deux mois. Cette étude a révélé l'émergence des mouches de fruits suivantes : *Ceratitis capitata*, *Bactrocera olae*, *Dacus sp* et *Dacus cf. near sp* (Tephritidae) et *Drosophilidaeindainus* et *Drosophila melanogastre* (Drosophilidae). En plus des espèces de mouches de fruits suscitées il y avait d'autres taxons qui ont fait l'objet de l'émergence de leurs adultes comme : *Lycaenidae*, *Carpophilus mutilatus*, *Pyralidae sp* et *Psocoptera esp. ind.*

En conclusion, cette étude a permis de dresser un inventaire des mouches de fruits complémentaire aux travaux de recherches précédents traitants la thématique envisagée dans cette étude. L'exploration du site d'étude nommé El-Ouled Derradj a mis en évidence une diversité remarquable au sein des deux groupes de Diptera Drosophilidae et Tephritidae avec un total de 7179 individus identifiés jusqu'à l'échelle de l'espèce.

A la lumière de nos résultats, une préoccupation majeure s'impose pour faire face aux agressions des mouches de fruits envers les différentes plantations fruitières et légumières en Algérie. L'urgence signalée est surtout l'alerte des services phytosanitaires habilités comme l'INPV d'Alger sur le risque majeure de la propagation des mouches de fruits locales et exotiques surtout par rapport au manque de rigueur au niveau du contrôle phytosanitaire transfrontalier des produits agricoles commercialisés (importé ou exporté). En outre, il serait utile d'adopter des méthodes de lutte adéquates afin de minimiser les impacts sur les rendements tout en préservant la biodiversité locale.

Comme perspectives, il serait bénéfique d'élargir l'échantillonnage à d'autres zones géographiques et d'explorer davantage les interactions entre les mouches des fruits et leur environnement



# Résumé

---

## Résumé

### **Inventaire des mouches de fruits inféodées à un agroécosystème polyculture à M'sila**

Le travail mené dans le cadre de ce mémoire portait sur l'échantillonnage des mouches des fruits dans un verger polyculture (grenadier, pommier, abricotier, olivier, potiron, piment, etc.) situé dans la région d'El-Ouled Derradj, commune d'Ouled Derradj, wilaya de M'sila. Le travail de terrain s'est déroulé du 03/11/2023 au 08/12/2023. Nous avons utilisé trois méthodes d'échantillonnage : la récolte à la main, les pièges drosos-trap et les pièges olipe. Les résultats ont permis de recenser un total de 7179 individus de mouches des fruits, principalement répartis entre la famille Drosophilidae (5779 individus) et la famille Tephritidae (1400 individus). L'incubation des fruits a permis de recenser plusieurs espèces de mouches des fruits ainsi que d'autres représentants d'autres insectes nuisibles. Pour l'indice FTD, *Drosophilidae sp* présente une prévalence très élevée par rapport aux autres espèces.

**Mots clés :** Verger polycultures – Mouches de Fruits – Piégeage de masse – Incubation – M'sila

### **Abstract**

#### **Inventory of fruit flies in a polyculture agroecosystem in M'sila.**

The work carried out as part of this dissertation involved sampling fruit flies in a polyculture orchard (pomegranate, apple, apricot, olive, pumpkin, chilli, etc.) located in the El-Ouled Derradj region, Ouled Derradj commune, wilaya of M'sila. Fieldwork took place from 03/11/2023 to 08/12/2023. We used three sampling methods: hand harvesting, drosos-trap and olipe traps. The results revealed a total of 7179 fruit fly individuals, mainly divided between the Drosophilidae family (5779 individuals) and the Tephritidae family (1400 individuals). Incubation of the fruit revealed several species of fruit fly, as well as representatives of other insect pests. For the FTD index, *Drosophilidae sp* showed a very high prevalence compared with the other species.

**Key words :** Multi-crop orchards - Fruit flies - Mass trapping - Incubation - M'sila

**ملخص****جرب ذباب الفاكهة في نظام بيئي زراعي متعدد الزراعات في المسيلة**

تضمن العمل الذي تم القيام به في إطار هذه الأطروحة أخذ عينات من ذباب الفاكهة في بستان متعدد المحاصيل الزراعية (الرمان، التفاح، المشمش، الزيتون، البقطين، الفلفل الحار وغيرها) الواقع في منطقة الجفن ببلدية أولاد دراج بولاية المسيلة. جرى العمل الميداني من 2023/11/03 إلى 2023/12/08. واستخدمنا ثلاث طرق لأخذ العينات: الحصاد اليدوي والمصيدة الدروزو والمصائد الزيتية. كشفت النتائج عن وجود ما مجموعه 7179 فرداً من ذبابة الفاكهة، مقسمة بشكل رئيسي بين عائلة ذبابة الفاكهة ذبابة الفاكهة (5779 فرداً) وعائلة ذبابة الفاكهة ذبابة الفاكهة (1400 فرد). وكشفت عملية احتضان الثمار عن عدة أنواع من ذبابة الفاكهة بالإضافة إلى ممثلين عن آفات حشرية أخرى. أما بالنسبة لمؤشر ذبابة الفاكهة متعددة المحاصيل فقد أظهرت ذبابة الزابريونوس الهندية انتشاراً مرتفعاً جداً مقارنة بالأنواع الأخرى .

**الكلمات المفتاحية:** بستان متعدد المحاصيل - ذباب الفاكهة - المحاصرة الجماعية - الحضانة - المسيلة



# **Références Bibliographiques**

- **Abdelguerfi, A., & Laouar, M. (2011).** Pour une augmentation des ressources fourragères et pastorales : cas de la Wilaya de M'Sila. ENSA (ex. INA) Alger & INRAA Alger. Contact : abdelguerfi@yahoo.fr, Tel : 05 55 78 49 06 – 021 29 40 36.
- **Bautista Martínez, N., Illescas Riquelme, C. P., López Bautista, E., Velazquez Moreno, L. J., & García Ávila, C. de J. (2017).** Presence of Drosophilidae (Diptera: Ephydroidea) Flies Associated with Fig Fruits in Morelos, Mexico. *Florida Entomologist*, 100(4), 813-816. <https://doi.org/10.1653/024.100.0409>
- **Beladis, B., Verheggen, F., Baba Aissa, N., Boukraa, S., Salah Ou Elhadj, B., Yagoub, L., Doumandji, S., & Guezoul, O. (2018).** Premier signalement de Lycaenidae (Lepidoptera: Lycanidae) en Algérie: Un ravageur important du grenadier et du palmier dattier. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 0(0), 1–6. DOI: 10.1111/epp.12478
- **Belhoucine, S. (2003).** *Étude de l'éventualité d'un contrôle biologique contre la mouche d'olive (Bactrocera oleae) dans cinq stations de la wilaya de Tlemcen* (Thèse de doctorat, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen).111p.
- **Benras, H., Ali-Ahmed, A., Benghedier, A., & Guezoul, O. (2023).** Note on Dacus sp Becker (Diptera: Tephritidae) presence as a pest of cucurbit fruits in Timimoun, Algeria. *Journal Algérien des Régions Arides*, 15(1), 61–63.
- **Bersi, M. (2019).** *Climatologie*. Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif. 35 p.
- **Bloesch, B., & Viret, O. (2013).** Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier). *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 45(2), 128-131. Récupéré de <https://www.agroscope.ch>
- **Blumenfeld, A., Shaya, F., & Hillel, R. (2000).** Cultivation of pomegranate. In Options Méditerranéennes, 42, 143-148.
- **Bretaudeau, J. (1979).** *Tailles et greffes de nos arbres fruitiers*. Paris: J.B. Baillière.107p.
- **Bretaudeau, J. (1991).** *Atlas d'arboriculture fruitière: Vol. 2*. Éditions Techniques et Documentation Lavoisier, Paris. 207 p.
- **Brown, A. G. (1975).** Apples. In Yannick, E. M., & Moore, J. N. (Eds.), *Advances in fruit breeding* (pp. 3-38). Purdue University Press.
- **Brown, S. F., Lashine, A. K., & Hyde, A. F. L. (1975).** Repeated load triaxial testing of a silty clay. *Geotechnique*, 25(1), 95-114.

- **Byron, M. A., & Gillett-Kaufman, J. L. (2003).** *Olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Insecta: Diptera: Tephritidae) (EENY645)*, from <https://doi.org/10.32473/edis-in270-2003>
- **Caili, F., Huan, S., & Quanhong, L. (2006).** A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 73-80.
- **Cauchard, P. (2013).** *La grenade : Organisation de la filière, opportunités et contraintes pour son développement* (Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage). Université Angers, France. 56 p.
- **Centre Marocain de la Gestion Participative (s.d.). Arboriculture - Pommier.** de <https://cmgpcas.com/cultures/arboriculture/pommier/>
- **Chaux, C., & Foury, C. (1994).** *Productions légumières : légumineuses potagères, légumes fruits, Tome 3.* Technique et documentation. Paris, 563 p.
- **Dajoz R. (1996).** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505 p.
- **Demiras, M., Tabourel, T., Foxonet, A., Nicolas, A., Girard, M.-P., Delteil, M.-P., & Scotto, S. (2000).** *Les cucurbitacées : À la découverte d'une grande famille.*
- **Dubois, C. (2006).** *Les arbres fruitiers.* Paris: Éditions Rustica/FLER.
- **European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2011).** PM 7/104: Diagnostics *Ceratitis capitata*. Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes. [https://archives.eppo.int/EPPOStandards/diagnostics/diagnostic\\_pm7/PM7-104\(1\)\\_Ceratitis\\_capitata.pdf](https://archives.eppo.int/EPPOStandards/diagnostics/diagnostic_pm7/PM7-104(1)_Ceratitis_capitata.pdf)
- **Evreinoff, V. (1957).** Contribution à l'étude du grenadier. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, 4, 124-138.
- **Fakhour, S., & Sekkat, A. (2006).** Première liste des insectes nuisibles sur grenadier dans la plaine du Tadla. In *6ème Congrès de l'AMPP*, Rabat, Maroc.
- **FAO/IAEA. (2018).** Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes (2nd ed.). Edited by Enkerlin, W. R. and Reyes-Flores, J. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Atomic Energy Agency. 65 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- Fartyal, R. S., Nema, M. S., Pradeep, C. S., & Asha, B. (2014).** Records of Drosophilidae sp and *Drosophila suzukii* indicus as invasive fruit pests from mid valley region of Garhwal, Uttarakhand, India. *Drosophila Information Service*, 97, 119-123.
- **Faurie, C., Ferra, C., Medori, P., Devaux, J., & Hemptinne, J. (2011).** *Écologie, approche scientifique et pratique* (5e édition). Tec et Doc (Lavoisier).407p.
  - **Fellah Trade. (s.d.). Courges. (2024).** de <https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale/fiches-techniques/courges>
  - **Franck, A., Deguine, J.-P., & Vincenot, D. (2017).** *Guide de reconnaissance des Mouches des fruits et des légumes à La Réunion. Application de la protection agroécologique.* Chambre d'agriculture de La Réunion, Cirad (Eds). ISBN: 978-2-87614-725-6
  - **Gautier, J., Norbury, C., Lohka, M., Nurse, P., & Maller, J. (1988).** Purified maturation-promoting factor contains the product of a *Xenopus* homolog of the fission yeast cell cycle control gene *cdc2+*. *Cell*, 54(3), 433-439.
  - **Gestión del Medio Rural de Canarias, SAU (2002).** *Dacus sp* La mosca de la calabaza (Diptera: Tephritidae).
  - **Gobat, J. M., Aragno, M., et Matthey, W. (2010).** Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols (Vol. 14). PPUR Presses polytechniques.
  - **Grall, J., & Coïc, N. (2006).** Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier (IFREMER DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT). Institut Universitaire Européen de la Mer – Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin.
  - **Idir, F., & Chenith, F. (2022).** Les mouches de fruits issues de la mise en place d'un piège à drosophiles dans deux grenaderies à M'sila. Mémoire de master, Département Agro, Université M'sila, 46 p.
  - **Khaladi, N. (2018).** Essai de l'efficacité de deux pièges (massif et à phéromone) dans une grenaderie pour le contrôle de *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824) (Diptera: Tephritidae) dans la région de M'sila. Mémoire de master, Département Agro, Université M'sila, 83 p.
  - **Khaldi, M., Barech, G., Bendjeddou, H., & Aouari, I. (2021).** First record of the invasive fruit fly *Drosophilidae* sp on pomegranate in Algeria. *African Entomology*, 29(1).

- **Korban, S. S., & Skirvin, R. M. (1984).** Nomenclature of the cultivated apple. *HortScience*, 19(2), 177-180.
- **Lahouel, M., & Belhadj, S. (2022).** Morphological variability of the fruits of seven pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Messaad region in central Algeria. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 26(1), 16-29. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.23426>
- **Lamonarca, (1985); Gautier, (1987).** Exigences climatiques et édaphiques du pommier. de <https://agronomie.info/fr/exigences-climatiques-et-edaphiques-du-pommier/>
- **Mars, M. (1995).** La culture de grenadier (*Punica granatum* L.) et de figuier (*Ficus carica* L.) en Tunisie. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens*, n° 13, 85-95.
- **Medjnah, I., & Daoud, F. (2021).** Inventaire et suivi des Drosophilides associés au prunier dans la région de Ouled Derradj (M'sila). Mémoire de master, Département Agro, Université M'sila, 50 p.
- **Melgarejo, P., Salazar, M., & Artes, F. (2000).** Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *European Food Research and Technology*, 211, 185-190.
- **Melgarjo, P., MartinzValero, R., Guillamon, J.-M., Miro, M., & Amoros, A. (1997).** Phenological stages of the pomegranate tree (*Punica granatum* L.). *The Annals of Applied Biology*, 130(1), 35-44.
- **Miller, C. (2000).** *Drosophila melanogaster*. Animal Diversity. from [https://animaldiversity.org/accounts/Drosophila\\_melanogaster/](https://animaldiversity.org/accounts/Drosophila_melanogaster/)
- **Miller, M. E., Marshall, S. A., & Grimaldi, D. A. (2017).** A review of the species of *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) and genera of Drosophilidae of northeastern North America. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, (31).
- **Moyou, E. (2019).** Production de fruits par type en Algérie 2016-2017. Statista. URL <https://fr.statista.com>.
- **DSA (2012).** Algérie : Inventaire sur le secteur agricole. Academia.edu. URL <https://www.academia.edu>.
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (s.d.). *Culture de la citrouille et de la courge*. (2024). de <https://www.ontario.ca/fr/page/culture-de-la-citrouille-et-de-la-courge>

- Ontario. (s.d.). *Culture de la citrouille et de la courge*. (2024), de <https://www.ontario.ca/fr/page/culture-de-la-citrouille-et-de-la-courge>
- **Ouedraogo, S. N. (2011)**. *Dynamique spatio-temporelle des mouches des fruits (Diptera, Tephritidae) en fonction des facteurs biotiques et abiotiques dans les vergers de manguiers de l'Ouest du Burkina Faso* (Thèse de doctorat, École Doctorale Science de la Vie et de la Santé, Université Paris Est).
- **Oukabli, A. (2012)**. *Le pommier : Facteurs de choix variétal pour investir de nouveaux bassins de production*. INRA-Meknès. Récupéré de <http://www.vulgarisation.net> - <http://www.legume-fruit-maroc.com>
- **Pahud, Y., Tardy, M., & Meldem, M. (2006)**. *Courge: citrouille et potiron*. Edition Cabedita.
- **Pol, D. (2002)**. Élevage de la mouche du vinaigre, *Drosophila melanogaster*. Planet-Vie. Retrieved from <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/manipulations-ensvt/elevage-de-la-mouche-du-vinaigre-drosophila-melanogaster>
- **Polèse, J. M. (2006)**. *La culture des courges*. Edition Artemis.10-76p
- **Prince, C., Bréjean, A. (Sedarb), Coulombel, A., & Conseil, M. (Itab). (2001)**. *Cucurbitacées - Potimarron*, p. 279-286. Adaptation amendée de la fiche élaborée dans le cadre du projet Casdar n°9016 «
- **Ramade, F. (2003)**. *Éléments d'écologie fondamentale*. Ed.Dunod, Paris,688p.
- **Ramade, F., (2008)**. *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Paris : Dunod.
- **Ramade , F., (2009)**. *Éléments d'écologie fondamentale*. 4eme édition, .Dunod Paris, 688p.
- **Ramsar, F. (2018)**. *Fiche descriptive, Algérie Chott el Hodna, formulaire FDR créé par le SISR*. 14 p.
- **Seltzer, P. (1946)**. *Le climat de l'Algérie*. Alger : Institut Météorologique et Physique du Globe de l'Algérie. 219p
- **Veroleth, J.-F. (A.D.A.B.), Raffin, R. (Chambre d'Agriculture du Rhône), Jagu, L. (Chambre d'Agriculture de l'Isère), Berry, D. (SERAIL), & les adhérents maraîchers de l'ADAB. (2001)**. *Courge & potiron – Fiche technique en agriculture biologique*. A.D.A.Bio.

- **Wald, E. (2009).** *Le grenadier (Punica granatum) : Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes*. Thèse de doctorat d'état, Université Henri Poincaré - Nancy 1, France. 20 p.
- **Weems, H. V., & Nation, J. L. (2009).** Olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Insecta: Diptera: Tephritidae). Retrieved from <http://edis.ifas.ufl.edu>
- **Weems, H. V., Jr. (1981).** *Entomology Circular No. 230, Mediterranean fruit fly, Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry.