

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° : 24/DSA/VCDPGR/2023



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: **DEBBI Khalil**

Intitulé

Utilisation du piégeage massif pour la surveillance de
certaines mouches de fruits dans un agroécosystème
d'abricotier à Boukhmissa (Wilaya de M'Sila)

Soutenu devant le jury composé de:

M. CHERIEF Adalkader	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
Mme BARECH Ghania	Prof.	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Promotrice
M. MIMOUN Karim	MCA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Examineur
M. KHALDI Mourad	Prof.	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Invité

Année universitaire : 2022 /2023

Remerciements

Je remercie avant tout Allah Azza Wa Jal, pour nous avoir donné la santé, le courage et la force afin d'accomplir ce travail.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma reconnaissance à la directrice de ce mémoire, **Prof. Barech G.** pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

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 mon jury de soutenance en qualité d'examineur.

Je désire aussi remercier **Prof. Zedam A.** et **Dr Sarri D.** pour leurs efforts dans la détermination de la flore du verger de Boukhmissa.

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

Nous adressons un grand merci à tous les ingénieurs du laboratoire de Département des Sciences Agronomiques et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Dédicaces

Je m'incline devant Dieu tout puissant qui m'a
ouvert la porte du savoir et m'a aidé à la

Franchir.

Avec mes sentiments de gratitude les plus
profonds, Je dédie ce modeste travail à ma Mère
Fadila, à mon père *Mostefa* et à toutes mes sœurs
pour toute leur patience et leurs encouragements
constants.

Et à tous mes amis qui m'ont beaucoup soutenu.

DEBBI KHALIL

Sommaire

Introduction

Chapitre I : Données bibliographiques sur l'abricotier et ses ravageurs

A-Généralités sur l'abricotier

1.1. Origine.....	03
1.2. Position systématique.....	03
1.3. Caractères botaniques.....	03
1.3.1. Caractères végétatifs.....	04
1.4. Variétés de l'Abricotier.....	05
1.5. Production fruitière dans la wilaya de M'sila.....	06
1.6. Exigences pédoclimatiques de l'abricotier.....	07
1.6.1. Température.....	07
1.6.2. Lumière.....	07
1.6.3. Besoins en eau.....	07
1.6.4. Sol.....	08
1.7. Différents stades de développement de l'abricotier.....	08
1.7.1. Croissance et ramification.....	08
1.7.2. Fructification.....	08
1.8. Stades repères de l'Abricotier.....	08
B- Maladies et Ravageurs	
1.1. Principales maladies de l'abricotier.....	10
1.1.1. Tronc et branches.....	10
1.1.2. Jeunes rameaux et feuilles.....	10
1.1.3. Fleurs.....	11
1.1.4. Fruits.....	11
1.1.5. Accidents divers.....	12
1.2. Principaux Ravageurs.....	12
1.2.1. Capnode : <i>Capnodis tenebrionis</i> (L. 1758) (Coleoptera : Buprestidae).....	12
1.2.2. Mouche africaine des figues : <i>Zaprionus indianus</i> Gupta, 1970 (Diptera : Drosophilidae).....	13
1.2.3. Mouche de cerise : <i>Drosophila suzukii</i> : (Diptera: Drosophilidae).....	13

1.2.4. Cératite : <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera : Tephritidae).....	14
1.2.5. Mouche du vinaigre <i>Drosophila sp1</i> (Diptera : Drosophilidae).	15
1.3. Méthodes de lutte contre les mouches des fruits.....	16
1.3.1. Utilisation d'insecticide.....	16
1.3.2. Méthodes Culturelles.....	16
1.3.3. Piégeages à drosophiles.....	16
1.3.4. Piégeage par phéromone.....	17
Chapitre II : Etude du milieu	
2.1. Présentation de la région d'étude.....	18
2.2. Relief.....	18
2.3. Caractéristiques climatiques.....	19
2.3.1. Température, précipitation et humidité relative	19
2.3.2. Synthèse climatique	20
2.3.2.1. Diagramme ombrothermique.....	20
Chapitre III : Méthodologie	
3.1. Objectif de l'étude.....	22
3.1.1. Choix de la station d'étude.....	22
3.1.2. Présentation de la station d'étude.....	22
3.1.3. Description et caractéristiques de la station d'étude.....	23
3.2. Identification taxonomique.....	27
3.3. Exploitation des résultats.....	27
3.3.1. Indices écologiques de composition.....	27
3.3.1.1. Richesse spécifique totale (S).....	27
3.3.1.2. Richesse moyenne (Sm).....	28
3.3.1.3. Fréquence centésimale ou Abondance relative (AR%).....	28
3.3.1.4. La Fréquence d'occurrence FO%.....	28
3.3.2. Indices écologiques de structure.....	29
3.3.2.1. Indice de diversité de Shannon.....	29
3.3.2.2. Diversité maximale.....	30
3.3.2.3. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité).....	30
3.3.3. Sex-ratio.....	30
3.3.4. Analyse de la variance.....	31
Chapitre IV: Résultats et discussions	
4.1. Résultats du piégeage.....	32

4.2. Présentation des espèces de Drosophilidae étudiées.....	36
4.2.1. Mouche de vinaigre <i>Drosophila sp1</i>.....	36
4.2.2. <i>Drosophila sp5</i>.....	36
4.2.3. <i>Drosophila sp6</i>.....	36
4.2.4. <i>Drosophila sp3</i>.....	37
4.2.5. <i>Drosophila sp2</i>.....	37
4.2.6. <i>Drosophila sp4</i>.....	37
4.3. Richesse totale (S) et moyenne (Sm)	37
4.4. Diversité des mouches de fruits Drosophilidae.....	38
4.4.1. Richesse et Abondance relative des mouches de fruits.....	38
4.4.2. Fréquence d'occurrence.....	40
4.5. Effet variété de l'abricotier sur la diversité des mouches de fruits.....	42
4.6. Sex ratio.....	44
4.7. Indices écologiques de structure.....	45

Conclusion générale

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure n°01 : Caractères botaniques de l’Abricotier (Bretau <i>et</i> Fauré, 1991)..	04
Figure n°02 : Quelques variétés d’abricotier de la wilaya de M’sila.....	06
Figure n°03 : Stades phénologiques des Abricotiers (Bretau <i>et</i> Fauré, 1991)..	09
Figure n°04 : Stades phénologiques repères de l’abricotier (Faber <i>et al.</i>, s.d.).....	10
Figure n°05 : Moniliose sur rameau d'abricotier (Mamouni <i>et</i> Oukabli, 2005).....	11
Figure n°06 : Le Capnode sur abricotier (Photo originale).....	12
Figure n°07 : <i>Zaprionus indianus</i>	13
Figure n°08 : A-femelle, B- mâle avec des taches noires typiques sur les ailes, C- Larves dans les fruits de la framboise.....	14
Figure n°09 : <i>Ceratitis capitata</i>	15
Figure n°10 : Fruits attaqués par les mouches des fruits.....	15
Figure n°11 : piège commercial.....	16
Figure n° 12 : Carte du relief de la wilaya de M'sila.....	18
Figure n° 13 : Diagramme ombrothermique de M’sila.....	20
Figure n° 14 : Situation géographique du verger boukhmissa (M'sila).....	22
Figure n° 15 : vue générale du verger de Boukhmissa (M'sila).....	23
Figure n° 16 : Piège Droso-trap (Photos originales).....	25
Figure n° 17 : Plan d’échantillonnage adopté dans le verger à Boukhmissa.....	26
Figure n°18 représentation de la manière de comptage.....	27
Figure n° 19 : Stades de maturation des abricots du verger de Boukhmissa.....	40
Figure n° 20 : Importance des mouches de fruits Drosophilidae capturées selon chaque variété d’abricotier à Boukhmissa.....	42
Figure n° 21 : Différence entre les stades de maturité des deux variétés Bulida et Pavet durant la même séance du piégeage des mouches de fruits (Photos originales).....	47

Liste des tableaux

Tableau n°01: Description des principales variétés d'abricotier Algérien.....	05
Tableau n°02 : statistiques de la division des arbres fruitiers.....	06
Tableau n°03 : calendrier de plantation et de production d'abricots à M'sila.....	07
Tableau n°04: Valeurs des températures moyennes, des précipitations et de l'humidité relative de la région de M'sila (1991-2021).....	19
Tableau n° 05: Liste et caractéristiques des arbres fruits qui existent dans le verger.....	23
Tableau n° 06: Quelques travaux effectués au niveau du verger.....	23
Tableau n°07 : Inventaire des espèces capturées par les pièges drosos-trap.....	32
Tableau n°08: Inventaire floristique réalisé dans le verger d'abricotier de Boukhmissa (M'sila).....	34
Tableau n° 09: Richesse totale (S) et moyenne (Sm).....	37
Tableau n°10: Nombre d'individus (ni) et abondances (AR %) des mouches de fruits Drosophilides dans le verger d'abricotier à Boukhmissa.....	38
Tableau n°11: Fréquences d'occurrence appliquées aux espèces drosophiles dans le verger d'abricotier à Boukhmissa.....	41
Tableau n° 12: Classes de fréquences pour les mouches de fruits capturées.....	41
Tableau n°13: Nombre de mouches de fruits dans chaque piège pour les deux sorties.....	42
Tableau n° 14: somme des carrés, degré de liberté et probabilité.....	43
Tableau n° 15: Nombres de mâles (NM), nombre de femelles (NF) et Sex ratio.....	44
Tableau n° 16: Valeurs des indices de diversité calculés pour chacune des sorties.....	45

Introduction

Introduction

L'abricot, fruit aux multiples bienfaits, trouve ses origines en Asie, où il est considéré comme un symbole de longévité et de vitalité. Avec sa chair juteuse et sucrée, de plus en plus d'entreprises prennent conscience de l'importance d'intégrer des fruits frais et variés dans leurs espaces de travail. Consommés depuis des millénaires, les abricots ont traversé les époques et les frontières pour s'imposer progressivement en Europe et dans le reste du monde. Les Arabes l'ont introduit en Occident vers le Xe siècle, tandis que les Espagnols l'ont introduit en Amérique deux siècles plus tard (<https://lesplaisirsfruites.com>).

La façon d'en bénéficier varie en consommant des fruits frais sur les marchés locaux (confiture, pulpe, nectar), exportation, séchage (**Bellenot, 1963**). Les abricots sont utilisés en médecine pour traiter diverses maladies, notamment comme antipyrétique, antiseptique, anti-inflammatoire et remède pour les yeux (**Kitic et al., 2022**).

Les graines d'abricot amer ont un certain nombre de propriétés pharmacologiques, y compris une activité anti-tumorale, et l'amygdaline contenue dans les graines d'abricot amer peut entraîner l'apoptose (**Aamazadeh et al., 2020**).

L'Algérie est le premier pays d'Afrique et le quatrième au monde derrière la Turquie, l'Ouzbékistan et l'Iran en matière de production d'abricots au cours des années 2018, 2019, 2020, (**Al-Soufi et al., 2022**). Malheureusement, cette production est toujours menacée par des ravageurs à l'égard des mouches des fruits Tephritides et Drosophilides qui causent des dégâts considérables sur les fruits.

Les Drosophilidae sont une famille cosmopolite, Il existe plus de 4500 espèces de Drosophilidae dans le monde (**Çatal et al., 2021**). Ils sont considérés comme une menace pour l'agriculture ces dernières années dans certains pays à l'égard de la Turquie.

L'invasion des fruits par les mouches des fruits domestiques et envahissantes entraîne des pertes économiques importantes. Dans la plupart des cas, la présence régulière de mouches des fruits dans les vergers entraîne des restrictions à l'exportation de fruits de ces endroits vers les marchés internationaux (**Heve et al., 2021**). Plusieurs moyens de lutte ont été utilisés pour faire face à ces mouches de fruits comme les insecticides. Ces derniers étaient une solution pratique mais leur

spectre éliminait souvent les animaux utiles pour réguler ces facteurs vitaux (Delval, 2021). Le développement de pièges et d'attractifs rentables est important pour une lutte antiparasitaire durable (Guillemain *et al.*, 2021). Le piège DROSO-TRAP a été sélectionné spécialement pour attirer efficacement les drosophiles. Il peut être utilisé en détection, préventif ou curatif. Ce piège a été conçu pour attirer efficacement la drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*). Il permet de détecter rapidement la présence du ravageur dans les cultures sensibles telles que les arbres fruitiers et les petits fruits (<https://m.plantproducts.com/fr>).

L'objectif de notre travail est de mettre en évidence l'efficacité de ce type de piège vis à vis des mouches de fruits drosophilides qui détruisent chaque année les productions d'abricotier et autres fruits dans la région de Boukhmissa (M'sila). Cette initiative fait partie d'un programme d'investigation pour la recherche des espèces invasives (exotiques) dans cette région suite à la nouvelle introduction du ravageur potentiel des arbres fruitiers (*Drosophila suzukii*) et de la mouche africaine du figuier *Zaprionus indianus* à El Kharza (M'sila) (Khaldi *et al.*, 2021; Aouari *et al.*, 2022).

Le présent travail est composé de quatre chapitres, dont le premier traite des données bibliographiques sur l'abricotier et les ravageurs qui attaquent l'arbre et les fruits avec les moyens de lutte. Le second chapitre présente la région d'étude et ses caractéristiques climatiques. Dans le troisième chapitre, la station d'étude est présentée avec les caractéristiques de l'agro-écosystème choisi ainsi que la méthodologie de piégeage et d'exploitation des résultats. Le quatrième chapitre est consacré pour les résultats obtenus et de leurs discussions assorties par une conclusion générale et les références bibliographiques.

Chapitre I:
Données
bibliographiques
sur l'abricotier et
ses ravageurs

Chapitre I : Données bibliographiques sur l'abricotier et ses ravageurs

Ce chapitre est divisé en deux parties, la première est consacrée pour la plante hôte sur laquelle la présente étude est menée (abricotier) ; la deuxième partie traite les principales maladies et ravageurs qui peuvent être rencontrés sur l'abricotier.

A-Généralités sur l'abricotier

1.1. Origine

Bien que son nom puisse laisser penser le contraire, l'abricotier n'est pas originaire d'Arménie. En effet, cet arbre sauvage est originellement présent dans l'Himalaya, la Mongolie du Sud, la Mandchourie méridionale et le nord de la Chine. Il a été introduit en Arménie par les caravanes et c'est de cette région que les armées romaines l'ont ensuite exporté en Europe. Les Grecs le surnommaient la "Pomme d'or" (*Malus armeniaca*) et sa culture en Chine remonte à 3000 ans avant J.-C. Son nom français "abricotier" a été adopté vers 1560 après son introduction en France dans la vallée de la Loire au 15e siècle par le roi René d'Anjou. Il s'est répandu très tardivement dans les régions du Vaucluse et du Roussillon, désormais des centres majeurs de production (**Bretaudeau et Fauré, 1991**).

1.2. Position systématique

Régne : Plantae

Division : Spermatophyta (plantes à graines)

Classe : Angiospermes (Plantes à fleurs)

Sous-classe : Rosidae

Famille : Rosaceae

Genre : *Prunus*

Espèce : *Prunus armeniaca* (Linné), *Armeniaca vulgaris* (Lam.)

Nom commun : abricotier commun

(https://viagallica.com/v/abricotier_commun.htm)

1.3. Caractères botaniques

Les feuilles de cet arbre sont caduques, alternes et cordiformes. Il y a des glandes sur le pétiole et des stipules à la base de celui-ci. Les fleurs sont odorantes et ont un calice caduc. La corolle a 5 pétales libres et il y a entre 20 et 30 étamines (**Fig. n° 01**).

Comme tous les arbres fruitiers à noyau, l'ovaire est supère. Le fruit est une drupe sub-sessile, avec une peau toujours duveteuse et une chair jaune safran très parfumée à la maturité. Le noyau est toujours libre (**Bretaudeau et Fauré 1991**).

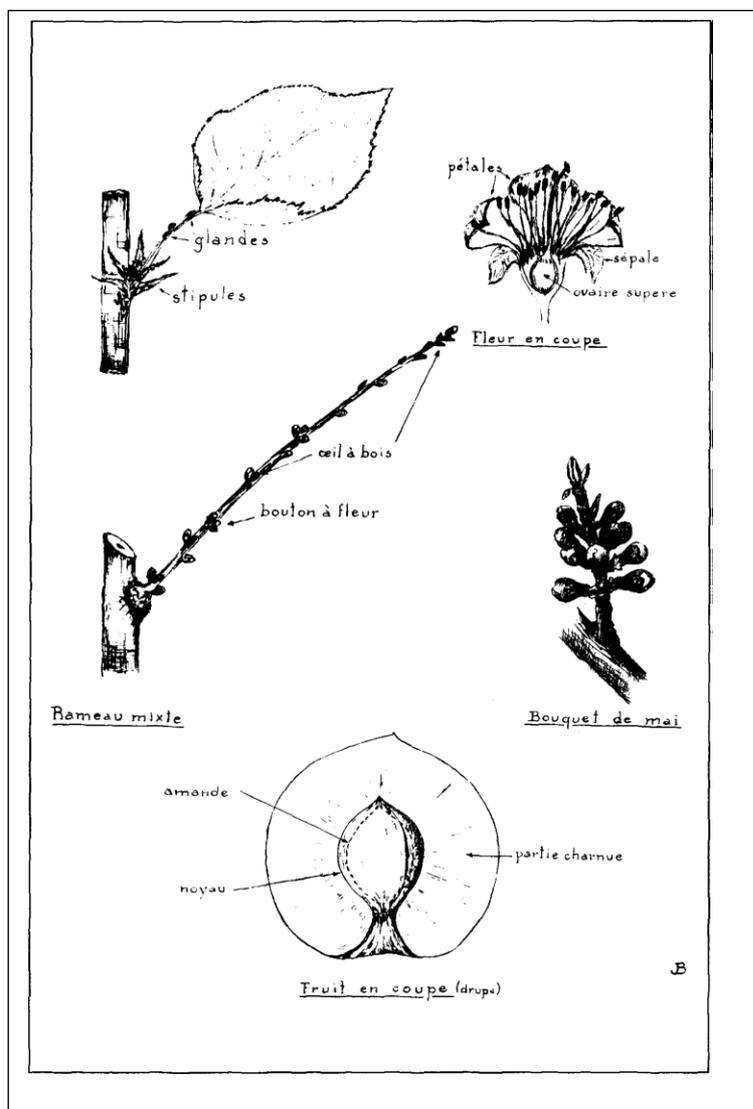


Figure n°01 : Caractères botaniques de l'Abricotier (**Bretaudeau et Fauré, 1991**)

1.3.1. Caractères végétatifs

La floraison de cette plante est éphémère et très tôt dans l'année (mars-début avril). Dans une même année, cette espèce produit des tiges en bois d'une force exceptionnelle (**Bretaudeau et Fauré, 1991**).

1.4. Variétés de l’Abricotier

Il existe en Algérie de très anciennes plantations d'abricotiers, souvent en arbres isolés ou en petits vergers situés principalement dans les massifs de l'Aurès et du Hodna. On rencontre des cultures commerciales dans la plaine de la Mitidja, dans le département d'Oran (Relizane et Chélif), dans le sud du Hodna (oasis de M'Sila et N'Gaous). L'aire de culture de l'abricotier est vaste mais on obtient les meilleurs résultats dans les régions chaudes à atmosphère sèche (**Bellenot, 1963**).

Selon ce même auteur, on trouve dans les régions de l'Aurès et du Hodna, ainsi que dans les oasis présahariennes de Messaad et de Laghouat, une multitude de variétés indigènes appelées Mech-Mech. Mais fondamentalement Bulida et Luizet, sont les variétés commerciales, cultivées dans le Chélif, l’Oranais, la Mitidja et le Hodna.

Les caractéristiques de certaines variétés algériennes sont mentionnées dans le **Tableau n°01**.

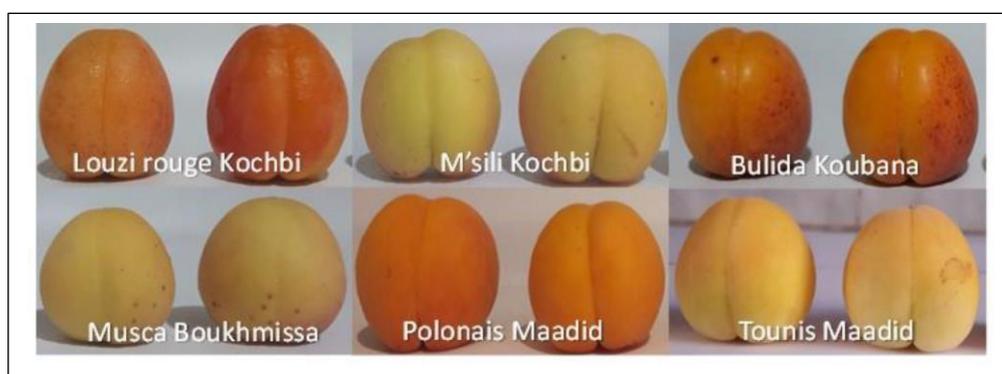
Tableau n°01: Description des variétés d'abricots utilisées en Algérie.

Variétés	Caractéristiques
Luizet	fruits de grosse taille (35 à 40 mm) de forme ovale, légèrement aplati, à peau fine satinée, de couleur jaune foncé à rouge, très parfumé. noyau plat, brun, à amande douce, le Luizet blanc est de couleur pâle piqueté de points rouges. il est plus ferme que le Luizet jaune, moins parfumé mais très sucré.
Bulida	fruits de taille moyenne (30 à 35 mm) de forme arrondie, assez coloré et parfumé. sillon fortement marqué allant du pédoncule, au pôle pistillaire. noyau ovale de couleur claire, épais à amande amère. variété précoce. très résistante
Mech-Mech	les variétés Amor Leuch et Louzi rouge qui sont parmi les meilleures, sont de

	petite taille (20 à 25 mm). Noyau à amande amère. son fruit Est excellent
--	---

(Bellenot, 1963).

Dans une étude récente réalisée par **Atek et al. (2021)** sur la caractérisation gronomique et moléculaire des cultivars d’abricotier (*Prunus armeniaca*), dans les régions du Hodna et de l’Aurés, il signale que le nombre de cultivars qui se distinguent les uns des autres dans ces régions est de 70 cultivars dont 22 spontanées et 48 issues du greffage. Quelques variétés d’abricots approuvés dans la wilaya de M’sila sont présentées dans la **figure n° 2**.



(Atek et al., 2021)

Figure n°02 : Quelques variétés d’abricotier de la wilaya de M’sila

1.5. Production fruitière dans la wilaya de M’sila

Selon la Direction des Services Agricoles de la wilaya de M’sila (**D.S.A., 2023**), l’abricotier occupe la première place en termes de superficie et de quantité de production (les 2/3), suivie par des variétés telles que le pêcher, prunier, grenadier, poirier, amandier et le figuier (**Tab. n° 2**).

Tableau n°02 : statistiques de la division des arbres fruitiers.

saïson agricole	Abricot	Arbres fruitiers	Variétés plantées
Espace plante (ha)	3.858	5.455	Abricot, pêche, prune, Grenade, poire, amande, figue
Espace productif (ha)	3.000	4.130	

(D.S.A, 2023)

Selon le **tableau n°03**, au cours de trois dernières années 2021-2022-2023, nous avons enregistré une augmentation de la superficie plantée en abricotier dans la wilaya de M’sila, de la superficie productive ainsi que la production d’abricots (D.S.A, 2023).

Tableau n°03 : calendrier de plantation et de production d'abricots à M’sila.

Saison agricole	Superficie plantée d'abricots (ha)	Zone de production d'abricots (ha)	Production d'abricots atteinte (Quintal)
2020/2021	3.061	2.980	238.400
2021/2022	3.600	3.120	312.000
2022/2023 anticipation	3.858	3.256	325.600

(D.S.A, 2023)

1.6. Exigences pédoclimatiques de l’abricotier

1.6.1. Température :

L’abricotier est un arbre fruitier semi-aride typique qui résiste aux gelées printanières ainsi qu’à la chaleur estivale. Il peut résister à de basses températures (-15°C), sensible au gel au stade de la floraison, ce qui explique l’irrégularité de sa productivité (Bouzidi, 2005).

1.6.2. Lumière :

L’importance de la lumière se répercute sur la croissance des rameaux, l’aoûtement, l’induction florale, la mise en réserve d’éléments nutritifs, la coloration des fruits, le re-percement des bourgeons et la longévité des bouquets de mai (Bouzidi, 2005).

1.6.3. Besoins en eau :

Les besoins en eau de l’abricotier sont élevés au moment de la croissance du fruit, particulièrement pendant le durcissement du noyau. Les doses et les fréquences des irrigations dépendent de plusieurs facteurs dont la densité, l’âge des arbres, la nature du sol et les conditions climatiques. Il faut souligner aussi la nécessité de continuer à apporter des irrigations même après la récolte afin d’assurer une bonne induction florale (Mamouni et Oukabli, 2005).

L’abricotier redoute également les excès d’eau aussi bien dans le sol que dans l’air. La racine de l’abricotier est en effet très sensible, Une forte humidité peut également

favoriser l'installation des maladies cryptogamiques sur les fleurs et les fruits mai (Bouzidi, 2005).

1.6.4. Sol :

Tous les terrains lui conviennent, sauf ceux à sol ou sous-sol trop humide. Il prospère particulièrement bien dans les sols chauds, perméables, légers et calcaires. En terrain argileux l'abricotier est sujet à la chlorose et à la gomme (Bretaudeau et Fauré, 1991).

1.7. Différents stades de développement de l'abricotier

La durée de vie de l'abricotier est en général de 40 à 45 ans, et on peut espérer récolter des abricots 3 ou 4 années après la plantation

(<https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/abricotier.php>).

Les stades de développement de cet arbre sont comme suit :

1.7.1. Croissance et ramification :

- a. **Bourgeons végétatifs** : Ils apparaissent sur les rameaux de l'année en position terminale et axiale. Ils sont plus petits que les boutons floraux et contiennent un certain nombre d'ébauches foliaires. Ils sont en proportion variables selon les variétés et la longueur des pousses. Ils permettent de renouveler les ramifications chez l'abricotier.
- b. **Rameaux** : l'abricotier est l'espèce fruitière qui se développe le plus vite au printemps. Le rythme de croissance des rameaux n'est pas le même et dépend des variétés et des conditions climatiques

1.7.2. Fructification :

La fructification de l'abricotier se fait principalement sur les bouquets de mai, les chiffonnes et les rameaux courts. Les rameaux mixtes portent peu de fruits. La quantité de fruits produits varie selon les variétés et les conditions de croissance (Bouzidi, 2005).

1.8. Stades repères de l'Abricotier

Selon Bretaudeau et Fauré (1991) et Fabre *et al.* s.d., l'Abricotier passe durant son cycle de développement par les stades suivants (Fig. 03 et 04) :

A) **Bourgeon d'hiver** : l'arbre est en repos total, les bourgeons sont bruns, complètement fermés.

B) Bourgeon gonflé : le bourgeon s'arrondit, les écailles deviennent plus claires à leur base ainsi que le sommet du bourgeon.

C) Calice visible : le bourgeon gonfle, s'allonge, laissant apparaître une pointe rouge foncé constituée par les sépales du calice.

D) Corolle visible : les sépales s'ouvrent et laissent voir la corolle blanche au sommet du bourgeon.

E) Etamines visibles : le bouton s'ouvre partiellement, les étamines apparaissent.

F) Fleur ouverte : les pétales sont complètement étalés, c'est la pleine floraison.

G) Chute des pétales : les pétales tombent, les étamines s'enroulent, la fécondation a eu lieu.

H) Fruit noué : l'ovaire grossit et le fruit noué apparaît, repoussant vers le haut la collerette desséchée du calice.

I) Jeune fruit : il est libéré de la collerette du calice, le jeune fruit très velu grossit rapidement.

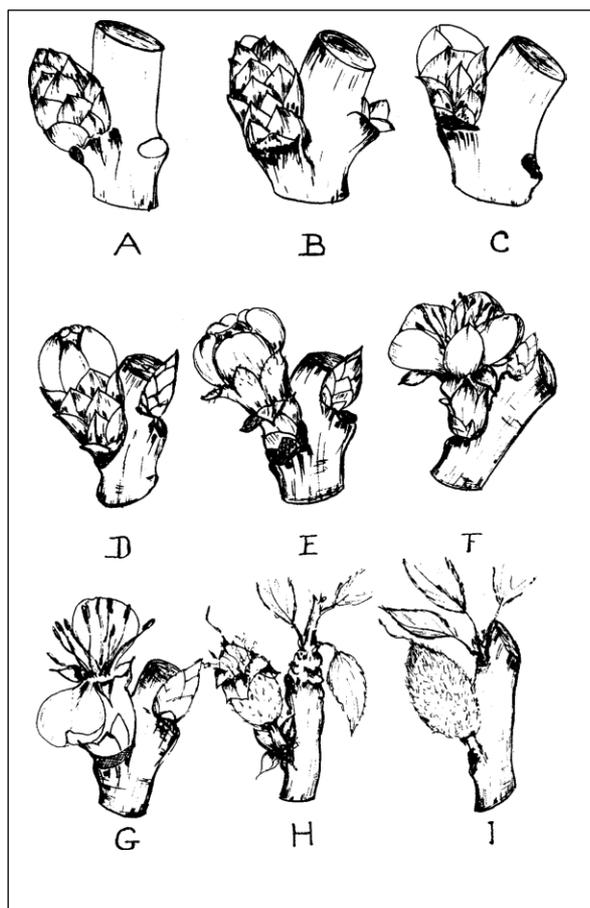


Figure n°03 : Stades phénologiques des Abricotiers (Bretaudeau et Fauré, 1991).

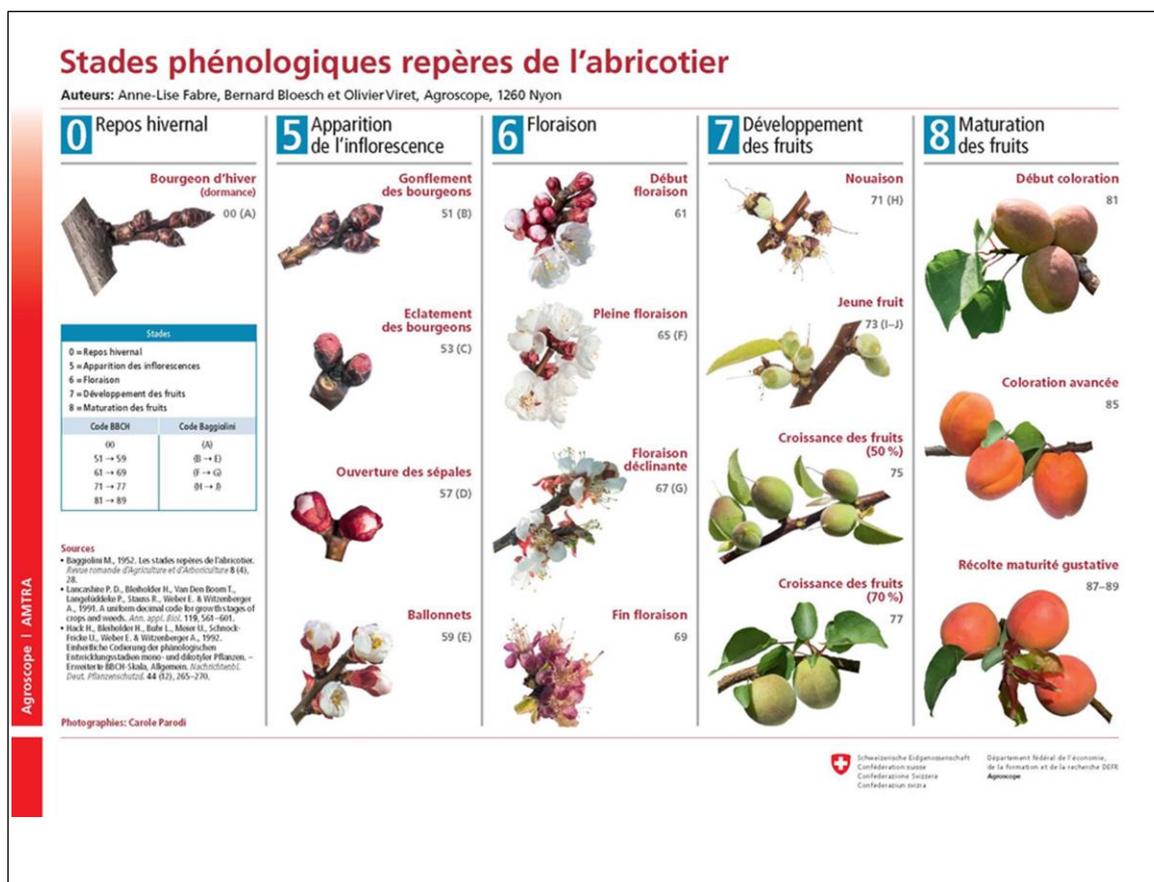


Figure n°04 : Stades phénologiques repères de l'abricotier (Faber *et al.*, s.d.).

B- Maladies et Ravageurs

1.1. Principales maladies de l'abricotier

1.1.1. Tronc et branches

- Gommose :

La gommose se présente comme des sécrétions sereuses à aspect gommeux sur le tronc et les branches de l'arbre (Bretaudeau *et Fauré*, 1991).

1.1.2. Jeunes rameaux et feuilles

- Le Chancre bactérien :

Le développement de cette maladie dépend des conditions de milieu (humidité en automne, gels en hiver et début de printemps). Elle se traduit, au moment de la floraison, par des points gommeux sur les branches. La progression rapide de ces

lésions au cours du printemps conduit à la destruction des arbres ou à la formation d'ulcères sur les troncs (**Breitaudeau et Fauré, 1991**).

Remèdes :

- le choix des périodes de taille (éviter de tailler les jeunes arbres pendant le repos végétatif) ;
- bien désinfecter et protéger les plaies de taille ;
- traiter à la bouillie bordelaise à la chute des feuilles.

1.1.3. Fleurs

- Moniliose :

La Moniliose sur Abricotier peut être causée par deux champignons différents, à savoir *Monilia laxa* et *Monilia fructigena*. Cependant, les dommages les plus sévères sont principalement causés par *Monilia laxa*, qui attaque principalement les fleurs. Les fleurs se dessèchent puis la maladie se propage aux branches (**Mamouni et Oukabli, 2005**).

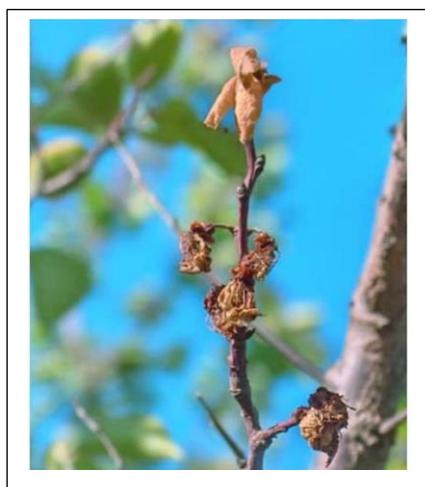


Figure n°05 : Moniliose sur rameau d'abricotier (**Mamouni et Oukabli, 2005**).

1.1.4. Fruits

- Mildiou :

Le mildiou est caractérisé par des taches brunes qui s'étendent en surface et en profondeur, avec une chair jaunâtre-brune mais ferme. Pour remédier à ce problème, il est nécessaire de ramasser les fruits momifiés et de les traiter avec un fongicide synthétique appelé Captane (**Breitaudeau et Fauré, 1991**).

1.1.5. Accidents divers

- Chlorose :

Selon (Breteau et Fauré, 1991), un sol trop humide est souvent à l'origine de la chlorose des Abricotiers. Les feuilles jaunissent, cela conduit à la mort progressive de l'arbre.

Remède : éviter les cultures en sol défavorable, en cas de nécessité faire choix du *Prunier Myrobolan* comme porte-greffes.

1.2. Principaux Ravageurs

1.2.1. Capnode : *Capnodis tenebrionis* (L. 1758) (Coleoptera : Buprestidae):

Appelé communément "boreuse méditerranéenne à tête plate", il est répandu dans les zones arides et semi-arides de la Méditerranée (Fig.n° 06). Ses attaques massives entraînent une perte soudaine des vergers de fruits à noyau (Marannino et De Lillo, 2007).

À partir du stade néonatal et de sa capacité à percer les systèmes racinaires de la plante hôte, la larve peut causer des dommages (Jalil et Ali, 2019). Les larves creusent des galeries entre le bois et l'écorce à la base du tronc des arbres à noyau (amandiers, pêchers, cerisiers, abricotiers, prunier...), entraînant presque toujours la mort de toute la partie située au-dessus de ces galeries. Ces dégâts, conduisent à un fanage anormal du feuillage et à des exsudations gommeuses sur le tronc et sur les branches (El Houssaini, 2010).



Figure n°06 : Le Capnode sur abricotier (Photo originale).

Remèdes :

Parmi les méthodes de lutte utilisées pour lutter contre ce ravageur, **El Houssaini (2010)** note : i : les irrigations copieuses et fréquentes qui sont recommandées pendant la période de ponte. Ces irrigations provoquent l'avortement des œufs ; ii : la lutte chimique qui consiste en l'utilisation d'un traitement d'attaque visant l'intoxication des larves au cours de leur migration vers les racines. Sans oublier le capnodage, cueillette manuelle des adultes dans les arbres qui contribue à affaiblir efficacement la densité de population (**Mamouni et Oukabli, 2005**).

1.2.2. Mouche africaine des figes : *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera : Drosophilidae)

Ce ravageur (**Fig. n° 07**) est parmi les espèces envahissantes les plus documentées. Elle est signalée dans plusieurs pays méditerranéens et est très préoccupante car elle peut infecter de nombreux fruits et cultures proches de la maturité. De plus, elle est devenue une espèce semi-cosmopolite, signalé pour la première fois en Algérie dans la région de M'sila à El Kharza (**khaldi et al., 2021**).



Figure n°07 : *Zaprionus indianus* (<https://www.biodiversidadvirtual.org>).

1.2.3. Mouche de cerise : *Drosophila suzukii*: (Diptera: Drosophilidae)

Est un ravageur qui a été identifié comme une menace majeure pour la production de fruits européens et méditerranéens (**fig. n° 08**). Il a été découvert en Algérie dans un verger de grenadier (**Aouari et al., 2022**).

Elle se précipite vers les fruits parfaitement mûrs, les perçant avec son ovipositeur, un long organe utilisé pour déposer et enterrer les œufs mais aussi tranchant comme une scie. En insérant plusieurs centaines d'œufs ovales et blanchâtres à l'intérieur du fruit, les larves blanches à tête noire se développent à travers trois stades larvaires et font perdre au fruit toutes ses qualités organoleptiques, gustatives et commerciales. De plus, son taux de reproduction est frénétique car la femelle peut pondre 300 œufs par semaine (<https://jardinage.lemonde.fr>).

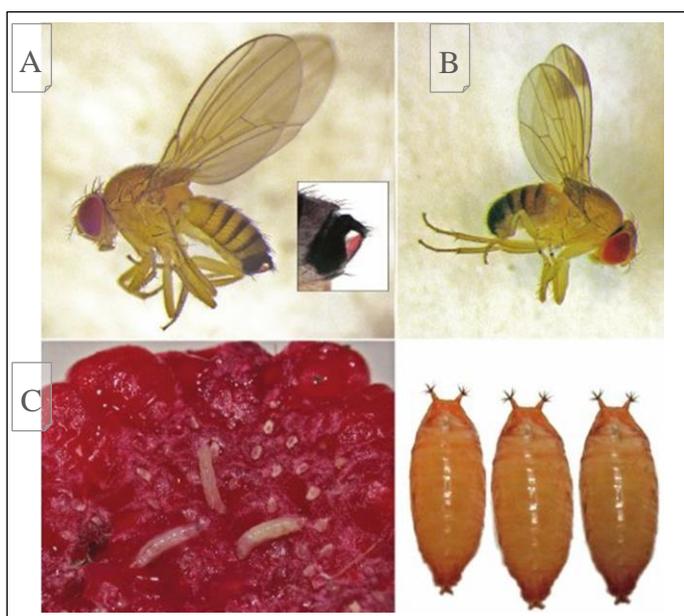


Figure n°08 : A-femelle, B- mâle avec des taches noires typiques sur les ailes, C- Larves dans les fruits de la framboise (<https://www.researchgate.net>).

1.2.4. Cératite : *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae)

La mouche méditerranéenne des fruits (**Fig. n° 09**) est largement répandue en Afrique, dans le bassin méditerranéen et en Afrique du Sud dont les larves se développent dans presque toutes les cultures d'arbres fruitiers (<https://www.koppert.fr>).

Les fruits attaqués par cette mouche présentent des tâches molles et décolorées. En ouvrant le fruit, on en trouve plusieurs asticots blancs, de 4 à 8 mm de long. Ces petites larves provoquent la décomposition de la pulpe, et par conséquent le pourrissement rapide et la chute des fruits (<https://www.bio-enligne.com>).



Figure n°09 : *Ceratitidis capitata* (<https://www.planete-agrobio.com>).

1.2.5. Mouche du vinaigre *Drosophila sp1* (Diptera : Drosophilidae)

C'est une petite mouche, longue de 3mm environ. Elle a été introduite dans tous les continents sauf à l'antarctique. Dans les climats froids, cette drosophile ne peut pas vivre (Gérard *et al.*, 2018). La reproduction chez la drosophile est rapide. Des centaines de progénitures peuvent être produites en quelques semaines par la femelle, et la progéniture devient sexuellement mature en une semaine.

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 (fig. n° 10). Les larves peuvent utiliser le fruit sur lequel l'œuf a été pondu comme principale source de nutrition. Pendant l'hiver, dans les installations de stockage, les larves peuvent consommer et endommager de grandes quantités de nourriture. La drosophile est considérée comme un ravageur majeur dans certaines régions du monde pour cette raison (Miller, 2000).

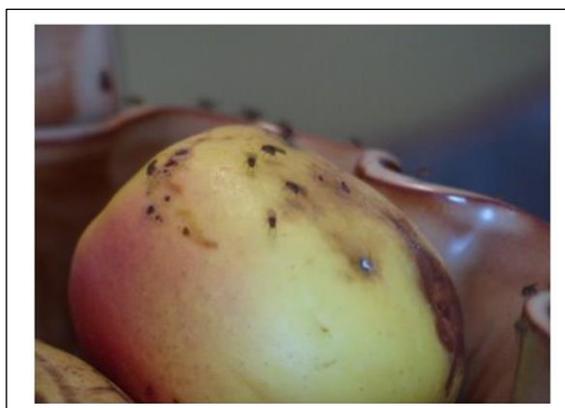


Figure n°10 : Fruits attaqués par les mouches des fruits (<https://www.sanbi.org/anima>).

1.3. Méthodes de lutte contre les mouches des fruits

1.3.1. Utilisation d'insecticide :

Le diméthoate est utilisé, mais il laisse des résidus chimiques sur les fruits vendus, il a été interdit en France début 2016 (<https://jardinage.lemonde.fr>).

1.3.2. Méthodes Culturelles :

Le nettoyage du verger est nécessaire en ramassant les fruits impropres des arbres et ceux pourris tombés au sol et en les éliminant par brûlage ou enfouissement, en utilisant également un système d'irrigation local pour réduire l'humidité et la propagation des plantes pour empêcher la création d'une atmosphère adaptée à leur reproduction (<https://jardinage.lemonde.fr>).

1.3.3. Piégeages à drosophiles :

La technique consiste à installer des pièges dans le verger selon la zone dans le but de collecter les mouches des fruits (adultes, larves, œufs du ravageur). Efficace pour réduire leur population et leur progéniture. Deux types de pièges sont disponibles, piège commercial et piège maison très facile à faire (Firlej *et al.*, 2017).



(<https://www.biocontrol.ch>)



(<https://www.koppert.fr>)

Figure n°11 : piège commercial.

1.3.4. Piégeage par phéromone :

Les pièges sexuels fournissent des informations importantes. Le piège combine du carton adhésif et à l'intérieur d'une capsule de phéromone ou d'un attractif sexuel qui n'attire que les mâles d'une certaine espèce (**Bretaudeau et Fauré, 1992**).

Dès que la phéromone sexuelle est insérée dans un piège, les mâles sont irrésistiblement attirés et seront piégés dans l'appareil de phéromone du piège, entravent directement la multiplication des insectes en brisant les cycles de reproduction (<https://www.insectosphere.fr>).

Chapitre II :

Etude du milieu

Chapitre II : Etude du milieu

2.1. Présentation de la région d'étude :

Notre travail s'est déroulé à « Boukhmissa » qui se situe au nord de la wilaya de M'sila à 30km. Cette dernière fait partie de la région du Hodna. Elle présente les coordonnées géographiques suivantes : 35°42'20'' de latitude Nord et 04° 32'30'' de longitude Est. La wilaya de M'sila est limitée : par les wilayas de Bordj Bou-Argeridj (au nord- est), Sétif (au nord-ouest), Médéa et Bouira (à l'est), Batna (à l'ouest) et par les wilayas de Djelfa (au sud- ouest) et Biskra (au sud- est) (Rebbas *et* Bounar, 2014) (Fig.12).

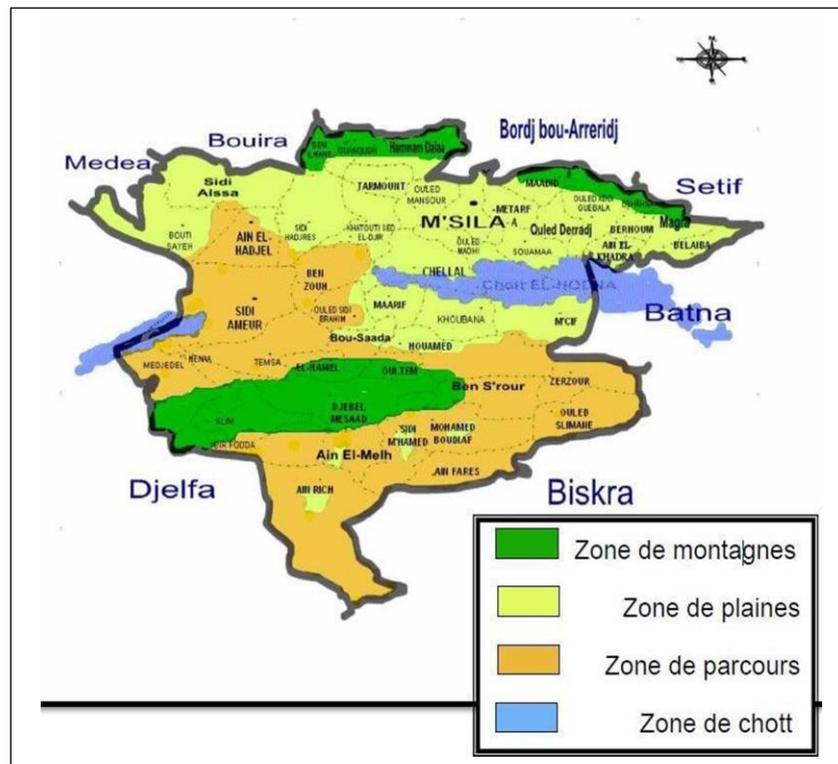


Figure n° 12: Carte du relief de la wilaya de M'sila.

2.2. Relief

Le territoire de la Wilaya de M'sila est situé dans la zone des hauts plateaux entre les deux chaînes de montagnes qui sont l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien sur une altitude de 400 à 1000 m. Elle se caractérise par trois zones naturelles (Fig. 12) à savoir :

Zone de steppe : couvre la plus grande partie du territoire avec une superficie de

1.090.500 Ha, soit 60% de la superficie totale de la Wilaya.

Zone de la plaine du Hodna : Sa Superficie est 527.075 Ha. Elle représente 33% de la superficie totale où se concentre toute l'activité agricole de la wilaya.

Zone de montagnes : avec une superficie de 199.925 Ha, elle présente 7% du territoire réservé à une agriculture de montagne de type extensif avec quelques massifs forestiers.

2.3. Caractéristiques climatiques

Les températures et les précipitations constituent les deux groupes de paramètres climatiques fondamentaux qui caractérisent les milieux continentaux (**Ramade, 2003**).

2.3.1-Température, précipitation et humidité relative :

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**).

Selon **ce même auteur**, le terme général de la pluviométrie désigne la quantité totale de précipitation (pluies, grêle, neige) reçue par unité de surface et unité de temps. Elles constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais pour certains écosystèmes limniques.

Tableau n°04: Valeurs des températures moyennes, des précipitations et de l'humidité relative de la région de M'sila (1991-2021).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T (°C)	8.05	9	13.15	17.05	21.55	27.1	30.75	30.2	24.85	19.8	12.75	8.8
m (°C)	3.4	3.8	7.2	10.7	14.8	19.8	23.3	23	18.9	14.4	8.2	4.4
M (°C)	12.7	14.2	19.1	23.4	28.3	34.4	38.2	37	30.8	25.2	17.3	13.2
P (mm)	26	21	27	30	24	9	5	9	25	24	26	23
H (%)	71	64	52	45	39	30	26	30	44	52	67	74

Source: *climate-data.org*

T : Température minimale moyenne (°C) avec $T = (M+m) / 2$; m : Température minimale moyenne (°C) ;

M : Température maximale moyenne (°C) ; P : Moyenne des Précipitations (mm) ;

H % : Humidité relative moyenne.

D'après le tableau n°04, les températures moyennes les plus faibles de la région de M'sila sont enregistrées pendant le mois de Janvier avec 8.05 °C qui est le mois le plus froid. Les températures moyennes les plus élevées reviennent au mois de Juillet avec 30.75 °C, c'est le mois le plus chaud de cette période.

Le total des précipitations est égal à 249 mm durant les trente dernières années. Pour ce qui concerne l'humidité relative, les valeurs augmentent à partir du mois d'octobre pour atteindre une valeur élevée 74% durant le mois de Décembre. Le mois où le taux d'humidité relative est le plus bas est Juillet (26.15 %).

2.3.2. Synthèse climatique :

2.3.2.1. Diagramme ombrothermique :

En Juillet, le niveau des précipitations chute à seulement 5 mm. Ce mois détient le titre de mois exceptionnellement aride. Les précipitations record sont enregistrées en Avril. Elles sont de 30 mm en moyenne (**Fig. 13**).

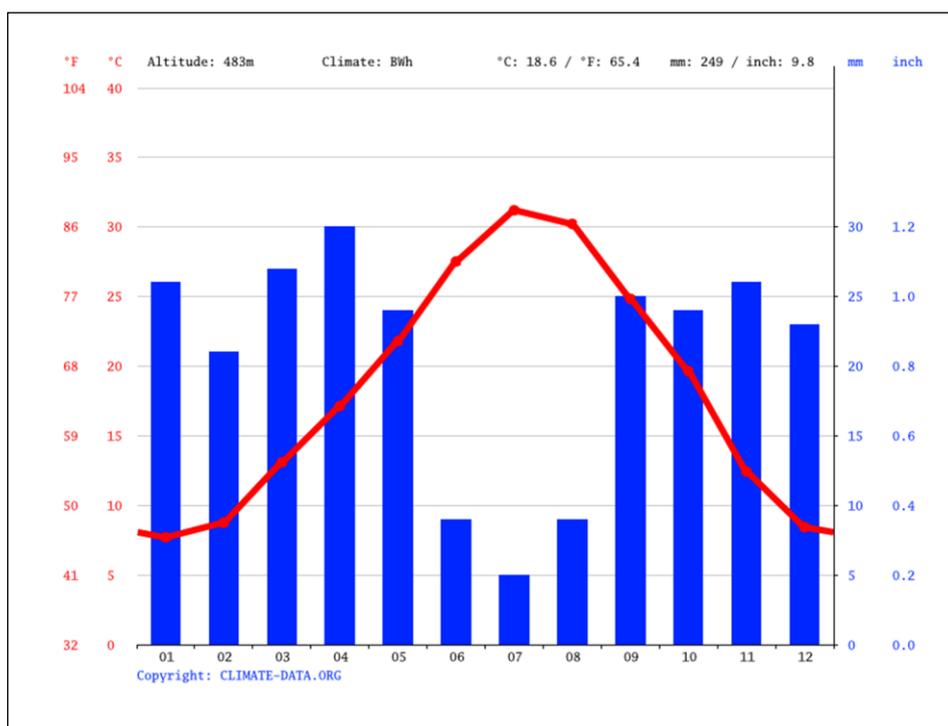


Figure n° 13: Diagramme ombrothermique de M'sila (*climate-data.org*).

Chapitre III :

Méthodologie

Chapitre III : Méthodologie

Dans ce chapitre, nous présentons la station d'étude, les caractéristiques du verger où s'est déroulée la présente étude et enfin différents paramètres utilisés pour l'exploitation des résultats obtenus.

3.1. Objectif de l'étude :

Nous visons à partir de notre étude de mettre en valeur un outil de piégeage pour les mouches de fruits drosophilides afin d'évaluer son efficacité pour la surveillance de certains ravageurs qui détériorent la qualité des abricots.

3.1.1. Choix de la station d'étude :

Les avantages qui nous ont amenés à choisir la station d'étude sont la facilité d'accès, l'importance de la surface du verger (2 hectare), la présence de plusieurs variétés d'abricots, l'absence d'utilisation de pesticide. De plus, des dommages considérables causés aux fruits ont été enregistrés aux cours des années précédentes avant la récolte.

3.1.2. Présentation de la station d'étude :

La station d'étude choisie est un agro écosystème composé essentiellement d'abricots qui se situe au niveau de la commune de Boukhmissa (M'sila). Elle se situe à une altitude de 540 m et se localise à une latitude de $4^{\circ}33'24''$ Est et une longitude de $35^{\circ}48'07''$ Nord (**Fig.n°15**).

La commune de Boukhmissa est limitée au nord par le Barrage k'sob à l'Est par Maadid, à l'Ouest par Ouled Mansour et au sud par M'sila ville. Une ligne ferroviaire



Figure n° 14 : Situation géographique du verger boukhmissa (M'sila) (**Google Earth**)

3.1.3. Description et caractéristiques de la station d'étude

Nous avons rassemblé les différentes caractéristiques du verger choisi pour la présente étude (**fig.n° 16**) dans les **tableaux n° 05 et n° 06**.

NPk : utilisé immédiatement après la récolte pour augmenter le rythme et la croissance des jeunes rameaux, Son utilisation avant la récolte retarde la maturité.

Matière organique : représentée par les excréments de bétail décomposés pendant une période dépassant 18 mois avant leur utilisation.

Pin d'Alep : utilisé comme brise-vent, il est disposé en deux lignes (du côté nord et du côté sud).



Figure n° 15: vue générale du verger de Boukhmissa (M'sila).

Pour atteindre l'objectif de notre étude, nous avons adapté la méthode du piégeage massif par le droso-trap.

Le piège se compose d'une bouteille en plastique de (0.5) litres entourée d'un ruban noir et d'un ruban rouge pour augmenter l'attraction visuelle des mouches (**Fig.16 et Fig.17**). Le piège est perforé dans sa partie haute par 6 trous de 4 mm de diamètre.

Dans chaque bouteille, on verse 250 ml d'eau et on ajoute 20 ml de vinaigre de cidre, 5 g de sucre et une cuillère à café de levure.

Nous avons réalisé deux sorties pendant la période printanière selon le stade de maturation des fruits. Pour chaque sortie, 20 pièges ont été suspendus sur les arbres à l'aide d'un fil de fer. La durée du piégeage est égale à une semaine. Le total de pièges utilisés est de 40. Le plan de la capture est illustré par la **figure 18**.

Lors de la récupération des pièges, nous avons conservé les échantillons dans de l'alcool chirurgical à 70° qui a été remplacé par l'éthanol 96°, car nous avons remarqué l'effet de l'alcool chirurgical sur la couleur des mouches des fruits. En effet, l'éthanol a maintenu les caractéristiques des échantillons en bon état.

Le protocole de piégeage est comme suit :

Date de première installation : 11/04/2023

Date de première récupération : 17/04/2023

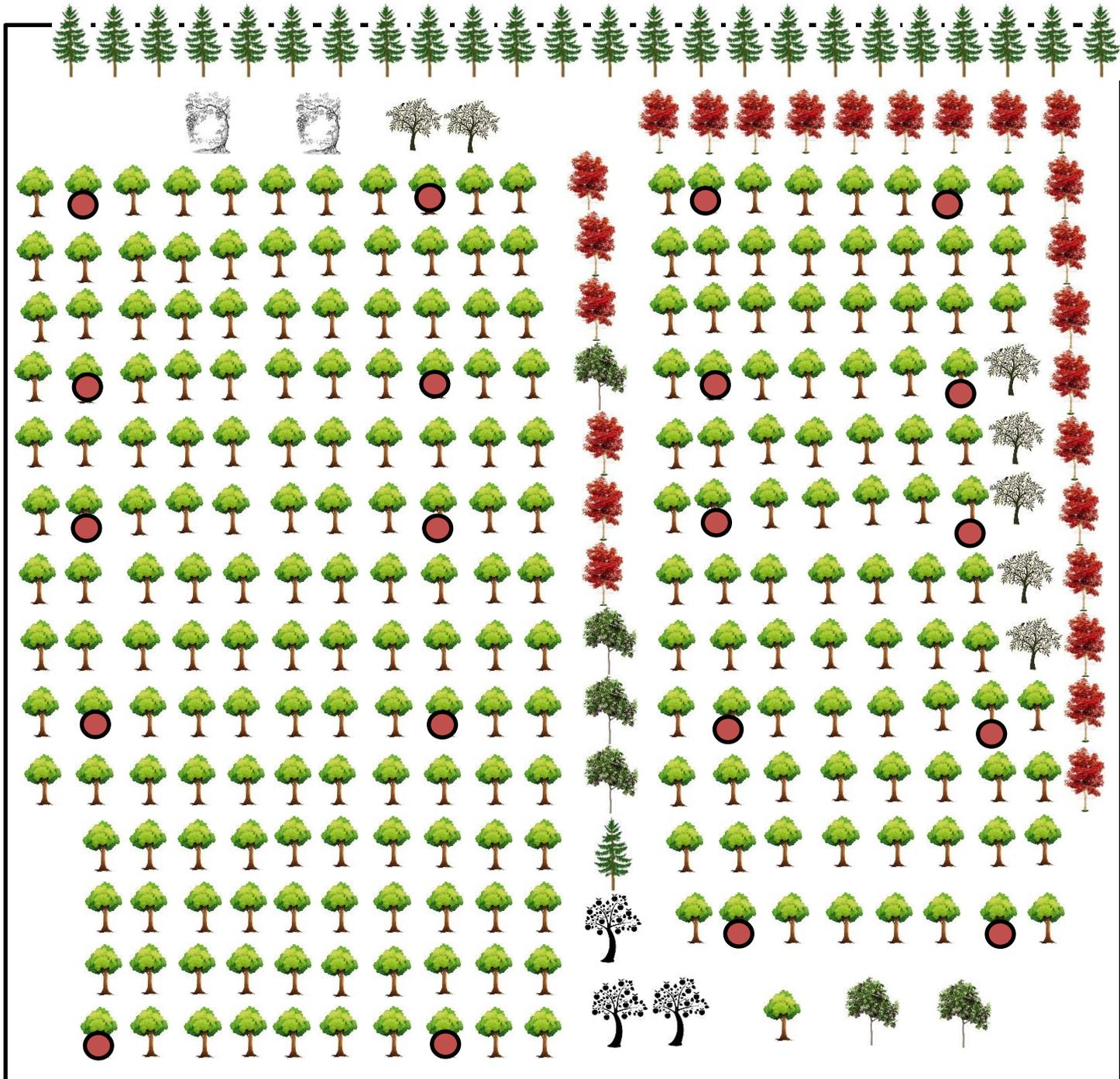
Deuxième installation : 25/04/2023

Deuxième récupération : 01/05/2023

Nous avons pris en considération l'effet "variété" lors de l'installation des pièges. On effet, cinq pièges ont été utilisé pour chaque variété pendant chaque sortie.



Figure n° 16: Piège Droso-trap (Photos originales).



-  : Abricotier
  : Pin d'Alep
  : Figueier
  : pommier
 : Grenadier
  : Olivier
  : Vigne
  Droso-trap

Figure n° 17: Plan d'échantillonnage adopté dans le verger à Boukhmissa.

2.2. Identification taxonomique :

Après avoir séparé et trié les échantillons récupérés (**fig.19**), nous avons déterminé les mouches des fruits et les autres invertébrés capturés. L'identification a été assurée par Professeur **Barech G.** et Professeur **Khaldi M.** (Département des Sciences Agronomiques, Université de M'sila). Les clés de détermination utilisées sont celles de **Miller et al.** , (2017), et le site électronique spécialisé : <https://www.planthealthaustralia.com>. Aussi, les spécimens de la végétation ont été déterminés par Docteur **Sarri D.** et par le **Professeur Zedam A.** (Université de M'sila). La nomenclature adoptée étant celle de **Quezel et Santa (1962 et 1963)** et le site électronique spécialisé <https://plantnet.org/>.



Figure n°18: représentation de la manière de comptage.

3.3. Exploitation des résultats

3.3.1. Indices écologiques de composition

3.3.1.1. Richesse spécifique totale (S) :

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

3.3.1.2. Richesse moyenne (S_m) :

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

$$S_m = \sum S / N$$

S : Richesse totale de chaque relevé

N : Nombre de relevés

3.3.1.3. Fréquence centésimale ou Abondance relative (AR%) :

C'est une notion qui permet d'évaluer une espèce par rapport à l'ensemble du peuplement animal dans un inventaire faunistique, elle s'exprime en pourcentage :

AR % = Nombre total d'individus d'une espèce / nombre total d'organismes inventoriés $\times 100$

Suivant la valeur de l'abondance relative d'une espèce animale les animaux seront classés de la façon suivante :

- **Classement des animaux I Très abondants:** $D > 75 \%$
- **Classement des animaux II Abondants:** $50 \% < D < 75 \%$
- **Classement des animaux III Communs:** $25 \% < D < 50 \%$
- **Classement des animaux IV Rares:** $5 \% < D < 25 \%$
- **Classement des animaux V Très rares :** $D < 5\%$ (**Faurie et al., 2011**)

3.3.1.4. La Fréquence d'occurrence FO%:

D'après **Faurie et al., (2003)**, la fréquence d'une espèce (x) est égale au rapport du nombre de relevés (n) où l'espèce est présente sur le nombre total (N) de relevés réalisés. La plupart du temps ce paramètre est évalué en pourcentage :

$$F \text{ ou } FO\% = n * 100 / N$$

Pour ne pas confondre avec les paramètres de l'abondance relatives nous avons remplacé le (n) par (pi) et le (N) par P : $FO\% = pi * 100 / P$

pi : Nombre de relevés contenant l'espèce i

P : Nombre total de relevés.

Les classes de fréquence ou indices de présence sont donnés par Du Rietz qui divise les fréquences en 5 classes ou indices de présence:

- **la classe I** où la fréquence est comprise entre **0 et 20%**, l'espèce est **très rare**
- **la classe II** avec une fréquence comprise entre **21 et 40%** l'espèce est **rare ou accidentelle**
- **la classe III** où la fréquence est comprise entre **41 et 60%**, l'espèce est **relativement fréquente**
- **la classe IV** où la fréquence est comprise entre **61 et 80%**, l'espèce est **abondante**
- **la classe V** où la fréquence est comprise entre **81 et 100 %**, l'espèce est **très abondante ou constante**.

3.3.2. Indices écologiques de structure

3.3.2.1. Indice de diversité de Shannon

L'indice de Shannon **H'** qui est fondé sur la théorie de l'information est le plus utilisé (**Dajoz., 1996**). Il est présenté sous la forme suivante:

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

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

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

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

n_i : Abondance de l'espèce de rang i .

N : Nombre total d'exemplaires récoltés.

Log 2 : est le logarithme à base de 2.

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 codominantes. 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)**.

La valeur de cet indicateur augmente avec l'augmentation de la diversité et la présence de différentes espèces, sa valeur varie généralement entre 1 et 5, où la

valeur est considérée comme 1 occurrence d'une seule espèce, tandis que le chiffre 5 indique la présence de nombreuses espèces différentes.

3.3.2.2. Diversité maximale

La diversité maximale est représentée par la formule suivante :

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

S : richesse spécifique totale.

La diversité maximale qui correspond à la max situation où toutes les espèces présentent des effectifs identiques, n'est jamais atteinte (FAURIE *et al.*, 2011).

3.3.2.3. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)

L'indice d'équitabilité E de Pielou ou indice d'équirépartition est le rapport entre la diversité effective de la communauté et sa diversité théorique maximale. Il est donné par la relation suivante :

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

Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage (Grall *et Hily*, 2003).

Selon Grall *et al.* (2006), l'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique.

3.3.3. Sex-ratio

Pour chaque espèce de mouche de fruit de la famille Drosophilidae, nous avons calculé la sex-ratio qui donne une indication sur l'état reproducteur moyen des mouches femelles et donc de la capacité d'une population locale à initier des infestations ainsi que de l'efficacité des mesures de lutte utilisées (Houston, 1981)

Selon cet auteur, la sex-ratio des mouches est calculée selon la relation suivante :

Nombre de mâles / (nombre de mâles + nombre de femelles).

3.3.4. Analyse de la variance

Pour tester le facteur variété sur l'attractivité des mouches de fruit, nous avons utilisé l'analyse de la variance à un seul facteur par le logiciel PAST Software (PAleontological STatistics) Version 3.45 (**Hammer *et al.*, 2001**).

Chapitre IV:

Résultats et discussions

Chapitre IV: Résultats et discussions

Il faut rappeler que l'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'efficacité d'un type de piège (Droso-trap) pour le contrôle de certaines mouches de fruits Drosophilides et de dresser la liste des espèces associées à l'agrosystème d'abricotier dans la région de Boukhmissa. Ce chapitre est consacré donc à la présentation des résultats obtenus par les pièges droso-trap ainsi que ceux de l'échantillonnage floristique effectué dans la station d'étude.

4.1. Résultats du piégeage :

A l'aide des Droso-trap nous avons pu identifier les espèces de mouches de fruits Drosophilides dans le site d'étude. Nous avons également capturé d'autres espèces de différentes familles d'arthropodes. Les résultats sont enregistrés dans le **tableau n°07**.

Tableau n°07 : Inventaire des espèces capturées par les pièges droso-trap :

Classe	Ordre	Famille	Espèce
Arachnida	Acari	Acari Fam.ind.	Acari sp.ind.
	Aranea	Aranea Fam.ind.	Aranea sp.ind.
	Pseudoscorpion	Pseudoscorpion Fam.ind.	Pseudoscorpion sp.ind.
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Formicidae
			Formicidae
		Apoidae	Apoidae sp. Ind.
		Pteromalidae	Pteromalidae sp. Ind.
		Braconidae	Braconidae
		Cicadellidae	Cicadellidae sp.ind.
Bethylidae	Bethylidae sp. Ind.		

	Vespidae	Vespidae sp. Ind.
Coleoptera	Nitidulidae	Nitidulidae (4 espèces) sp. Ind.
	Staphylinidae	Staphylinidae sp. Ind.
	Elateridae	Elateridae sp. Ind.
	Coccinellidae	Coccinellidae sp. Ind.
	Cantharidae	Cantharidae sp. Ind.
	Cucujidae	<i>Cryptolestes</i> sp.
	Dermestidae	Dermestidae sp.ind.
Thysanoptera	Thysanoptera Fam. Ind	Thysanoptera sp1. Ind
		Thysanoptera sp2. Ind
Lepidoptera	Lepidoptera Fam. Ind.	Lepidoptera sp. Ind.
Nevroptera	Nevroptera Fam.ind	Novroptera sp.ind.
Dermaptera	Forficulidae	Forficulidae sp.ind.
Diptera	Sciaridae	Sciaridae sp. Ind.
	Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>
	Chloropidae	Chloropidae sp1 ind.
		Chloropidae sp2 ind.
	Drosophilidae	<i>Drosophila sp1</i>
		<i>Drosophila sp2</i>
		<i>Drosophila sp3</i>
		<i>Drosophila sp5</i>
		<i>Drosophila sp4</i>
<i>Drosophila sp6</i>		
Autres Drosophila		
Autres Diptera		

Dans le verger d'abricotier de Boukhmiss a, les Droso-trap utilisés ont permis la capture non seulement des Drosophilides mais aussi d'un certain nombre d'arthropodes (araignées et insectes) attirés par la solution du piègeage. Un total de 6793 individus (1706 individus dans le premier piègeage et 5087 individus dans le deuxième). Les espèces piégées dont le nombre est 41 espèces, appartiennent à 10

Ordres et 27 Familles comme indiqué dans le tableau. Dans une étude similaire réalisée dans deux vergers de prunier dans la région de Ouled Derradj (M'sila), **Medjenah et Daoud (2021)**, ont capturé un total de 14836 individus dont 9400 individus dans le verger 1 (variété Santa Rosa) et 5436 individus dans le verger 2 (variété Victoria). Le nombre d'espèces trouvées dans les Droso-trap (21 espèces) étant moins important que celui de la présente étude. De même pour le nombre des ordres et des familles à la quelles appartiennent ces espèces (7 Ordres : Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Dermaptera, Thysanoptera, Hemiptera et Pseudoscorpiones) et 14 Familles.

La richesse enregistrée dans notre travail est en relation directe avec certains facteurs de l'environnement tels que la végétation associée à l'abricotier (les plantes adventices en particulier). En effet, l'échantillonnage floristique réalisé au niveau du verger a révélé la présence de 38 espèces végétales réparties sur 19 familles botaniques (**tableau n°08**) dont les Asteraceae sont les mieux représentées (10 espèces) et les Poaceae (6 espèces). Beaucoup d'espèces dominant dans le verger mais plus importantes sont le chiendent pied-de-poule *Cynodon dactylon* (L.) Pers et le liseron des champs *Convolvulus arvensis* L.

De plus, le manque de traitement chimiques (pesticides) et le manque de désherbage favorisent l'installation de plusieurs espèces d'invertébrés dans le milieu.

En comparant nos résultats toujours avec ceux de **Medjenah et Daoud (2021)**, nous constatons que les vergers de prunier étaient moins riches en espèces végétales. Ils ont recensé 9 espèces réparties sur 7 familles botaniques avec une dominance du harmal *Peganum harmala*.

Tableau n°08: Inventaire floristique réalisé dans le verger d'abricotier de Boukhmissa (M'sila).

Famille Botanique	Espèce végétale
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>
Asteraceae	<i>Echinops bannaticus</i> L.
	<i>Loctuca sativa</i> L.
	<i>Scolymus hispanicus</i> L.

	<i>Asteriscus aquaticus</i> (L.) Less
	<i>Xanthium strumarium</i> L.
	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.
	<i>Scorzonera hispanica</i>
	<i>Inula ensifolia</i> L.
	<i>Cichorium intybus</i> L.
	<i>Launaea nudicaulis</i> Hook.f.
<i>Cupressaceae</i>	<i>Cupressus sempervirens</i> L
<i>Casuarinaceae</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Bromus rubens</i>
	<i>Polygonum monspeliensis</i> L. Desf
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.
	<i>Bromus lanceolatus</i> Roth
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers
<i>Fabaceae</i>	<i>Coronilla scorpioides</i> L. Koch
	<i>Lotus glaber</i> Torr.
	<i>Medicago polymorpha</i> L.
	<i>Medicago sativa</i> L.
<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus muricatus</i> (L.) L.
	<i>Daucus carota</i> L.
<i>Brassicaceae</i>	<i>Lipidium draba</i> L.
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.
	<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago weldenii</i> Rchb.
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum aviculare</i> L.
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Atriplex littoralis</i> L.
<i>Asparagaceae</i>	<i>Asparagus albius</i> L.
<i>Lamiaceae</i>	<i>Phlomis purpurea</i> L.
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica dioica</i> L.

Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.
	<i>Sinapis arvensis</i> L.
Rosaceae	<i>Rubus fruticosus</i> L.

4.2. Présentation des espèces de Drosophilidae étudiées :

Nous avons utilisé les critères d'identification établit par **Miller *et al.* (2017)** pour la reconnaissance des espèces de Drosophilidae capturées dans les Droso- Trap.

4.2.1. Mouche de vinaigre *Drosophila sp1* :

Les drosophiles adultes mesurent environ 3 mm de long. 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 (**Pol, 2002**).

4.2.2. *Drosophila sp5* :

Les adultes sont petits, environ 2 mm de longueur tête jaune, avec pointe oculaire noire. Les yeux sont rouge pâle ; les parties de l'appareil buccale sont jaune et l'antenne présente une aristat avec deux ou plusieurs branches ventrales. Le mésonotum a des bandes noires. Le pleuron est marqué par trois bandes noires. L'abdomen est noir avec une bande jaune qui le traverse verticalement ; Le premier segment est jaune. Les pattes également similaires chez les deux sexes, sans modifications apparentes

(**Rojas *et al.*, 2019**).

4.2.3. *Drosophila sp6*:

Il est facilement reconnaissable aux épines courtes et épaisses dans une rangée que les deux sexes ont sur la première paire de fémur des pattes. Les mâles ont un peigne sur le tarse avant. Les ailes ont des taches fanées au niveau des veines croisés et aux apex des veines moyennes. L'abdomen a des tergites pâles avec des bandes

triangulaires postérieures diffuses, n'atteignant pas la marge latérale, tergites apicaux presque complètement sombre (Rojas *et al.*, 2019).

4.2.4. *Drosophila sp3* :

Mesure environ 3 mm, thorax brun foncé ou noirâtre Il est pâle avec brun foncé. Toutes les zones latérales des segments abdominaux sont presque entièrement couvertes par des expansions des bandes apicales, de couleurs unies. Les ailes sont jaune pâles, sans taches chez les deux sexes (Rojas, *et al* 2019).

4.2.5. *Drosophila sp2*:

Tergites pâle avec des bandes postérieures sombres qui sont brisées à la ligne médiane (Miller *et al.* , 2017).

4.2.6. *Drosophila sp4* :

Mouches brun rougeâtre. Mésonotum unicolore brun clair à brun foncé. Tergite complètement brun noirâtre ; tergites femelles à bandes postérieures foncées qui sont interrompus à la ligne médiane (Miller *et al.*, 2017).

4.3. Richesse totale (S) et moyenne (Sm) :

Les deux séances de piégeage réalisées dans le verger ont permis de d'identifier un total de 42 espèces d'arthropodes y compris les mouches de fruits. La présence de certaines espèces autres que les mouches revient à la nature de l'attractif utilisé qui contient du sucre. Nous avons constaté que le nombre des espèces a augmenté durant la deuxième sortie ce qui correspond à la maturité de certains abricots et aux températures élevées notées durant la semaine du piégeage. Le détail des richesses trouvées est mentionné dans le **tableau n°09**.

Tableau n° 09: Richesse totale (S) et moyenne (Sm).

	Sortie 1	Sortie 2	Total
Richesse totale	30	38	43

Richesse moyenne	11,05	15,5	13.475
------------------	-------	------	--------

4.4. Diversité des mouches de fruits Drosophilidae :

4.4.1. Richesse et Abondance relative des mouches de fruits :

Nous avons calculé l'abondance des espèces de mouches des fruits lors de chaque sortie (**tableau 10**).

Tableau n°10: Nombre d'individus (ni) et abondances (AR %) des mouches de fruits Drosophilides chaque sortie dans le verger d'abricotier à Boukhmissa.

Espèce	Sortie 1 17/04/2023		Sortie 2 01/05/2023		Total	
	Ni	AR%	Ni	AR%	ni	AR%
<i>Drosophila sp1</i>	176	21,86	256	11,01	432	13,80
<i>Drosophila sp2</i>	233	28,94	728	31,31	961	30,70
<i>Drosophila sp3</i>	278	34,53	483	20,77	761	24,31
<i>Drosophila sp4</i>	30	3,72	35	1,50	65	2,08
<i>Drosophila sp5</i>	2	0,24	54	2,32	56	1,79
<i>Drosophila sp6</i>	2	0,24	0	0,000	2	0,06
Autres Drosophilidae	84	10,43	769	33,07	853	27,25
Total	805	100	2325	100	3130	100

L'inventaire des mouches de fruits appartenant à la famille des Drosophilidae prise en considération dans cette étude montre la présence de 6 espèces à savoir *Drosophila sp1*, *Drosophila sp2*, *Drosophila sp3*, *Drosophila sp4*, *Drosophila sp5* et *Drosophila sp6*. Dans la même région de m'sila, **Medjenah et Daoud (2021)**, enregistrent quatre espèces seulement dans les deux vergers de prunier à savoir *D. sp1*, *D. sp3*, *D. sp5* et *Zaprionus indianus*. Cette dernière a été signalée comme ravageur nouvellement introduit en Algérie par **Khaldi et al. (2021)** et qui mérite une attention particulière des services de protection de notre pays.

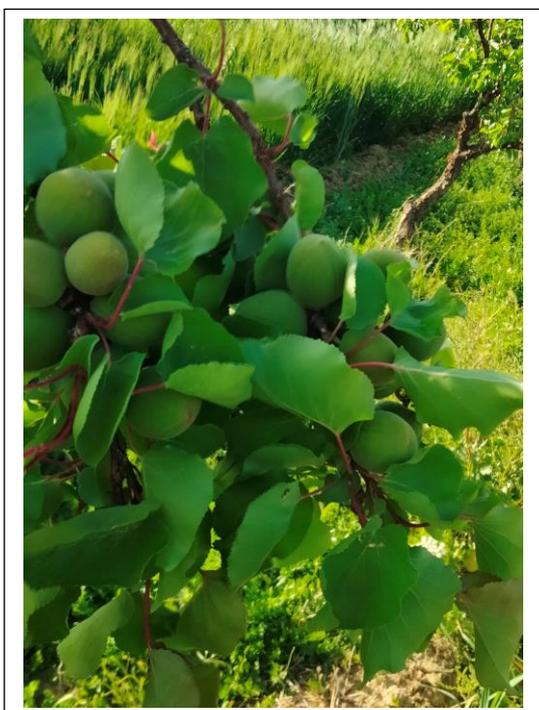
Parmi les six espèces identifiées, trois sont abondantes notamment *Drosophila sp3*, *Drosophila sp2* et *Drosophila sp1*. Un total de 3130 mouches de fruits a été capturé par les pièges Droso- trap dans le verger d'abricotier. En général, c'est *Drosophila sp2* qui est la plus dominante avec une abondance relative égale à 30.7 %. Suivi par *Drosophila sp3* avec 24.3% (**Fig.26**). Nous avons obtenu de faibles pourcentages pour les autres Drosophilides. Lors de la première sortie, *Drosophila sp3* domine les deux autres espèces

avec un taux de 34.5 % alors que c'est *D. sp2* qui prends la première place au cours de la deuxième sortie soit un taux de 31.3 % (**Fig. 27**). Il faut savoir que cette espèce est classée au Maroc comme ravageur de quarantaine "quarantine pest" depuis 2018 selon l'*Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP)* (**2023**). De même pour *D. sp6*. Ces deux espèces nécessitent une attention particulière des services agricoles et des organismes de la protection des végétaux en Algérie pour évaluer les dégâts causés sur les arbres fruitiers et déterminer les plantes hôtes de ces ravageurs.

Nous avons remarqué que le nombre de mouches lors du premier piégeage est faible par rapport à celui de la deuxième capture (805 individus vs 2325 individus). Le nombre élevé de mouches des fruits lors de la deuxième sortie a coïncidé avec l'augmentation de la température et la maturation des fruits (voir les **figures n° 28**). En effet, d'après (**El-Otmani et al, 2011**) en général, la plupart des mouches des fruits n'infectent pas les fruits acides ou ceux à un stade précoce de leur développement lorsque leur teneur en acide est élevée. Par ailleurs et dans une étude réalisée par **Paull et Oliveira (2020)** sur la papaye dans Hawaï, l'infestation par les mouches des fruits devient un problème une fois que le fruit atteint un jaunissement de la peau de 25 % ou plus. Ainsi, les dommages causés par les mouches des fruits comprennent de petites imperfections de surface, la destruction de la chair comestible et la détérioration due à la pourriture.

A Ouled Deradj (M'sila), **Medjnah et Daoud (2021)** signalent des abondances élevées pour *D. sp1* (62,54% - 77,46%) et *D. sp3* (21,83% - 27,82%) dans le verger 1 et le verger 2 de prunier où l'étude a été menée. Ils ont enregistré une augmentation

dans le nombre de mouches des fruits, en particulier, ceux de la mouche africaine des figues *Zaprionus indianus* au niveau des deux vergers pendant la maturation des fruits.



Sortie 1 (originale)



Sortie 2

(originale)

Figure n° 19: Stades de maturation des abricots du verger de Boukhmissa.

4.4.2. Fréquence d'occurrence

Les différentes catégories de fréquences d'occurrence des mouches de fruits piégées sont enregistrées dans le **tableau n°11** et illustrées par la **figure n°29**.

Tableau n°11: Fréquences d'occurrence appliquées aux espèces drosophiles dans le verger d'abricotier à Boukhmissa.

	Sortie 1		Sortie 2		Total	
	Ni	FO%	ni	FO%	ni	FO%
<i>D. sp1</i>	176	100	256	95	432	97,5
<i>D. sp2</i>	233	100	728	100	961	100
<i>D. sp3</i>	278	100	483	90	761	95
<i>D. sp5</i>	30	35	35	35	65	35
<i>D. sp4</i>	2	10	54	35	56	22,5
<i>D. sp6</i>	2	10	0	0	2	5
Autres Drosophilidae	84	80	769	100	853	90

Les espèces les plus fréquentes dans les pièges pour chaque sortie sont *D. sp2*, *D. sp3* et *D. sp1*. De même si on considère le total des pièges, on constate toujours que ces trois espèces sont toujours présentes et sont capturées d'une manière constante (**Tab. 12 et Fig. 30**).

Dans le verger de Boukhmissa on a enregistré 4 catégories d'occurrence : des espèces Constantes, Abondantes, Accidentelles et Rares.

Tableau n° 12: Classes de fréquences pour les mouches de fruits capturées.

Espèce	Sortie 1	Sortie 2	Total
<i>D. sp1</i>	Constante	Constante	Constante
<i>D. sp2</i>	Constante	Constante	Constante
<i>D. sp3</i>	Constante	Constante	Constante
<i>D. sp5</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>D. sp4</i>	Rare	Accidentelle	Accidentelle
<i>D. sp6</i>	Rare	Rare	Rare
Autres Drosophilidae	Abondante	Constante	Constante

D'après les résultats des tableaux, trois espèces sont constantes dans les Droso-trap notamment *D. sp1*, *D. sp2*, *D. sp3*. Deux espèces sont qualifiées de « accidentelles » à savoir *D. sp5* et *D. sp4* alors qu'une seule espèce est rare (*D. sp6*).

4.5. Effet variété de l'abricotier sur la diversité des mouches de fruits.

La station d'étude comporte 3 variétés d'abricotier à savoir : Pavet, Bulida et Tounis. Ces variétés sont implantées séparément et il existe un groupe d'arbres qui constitue un mélange de plusieurs variétés à la fois (voir chapitre « Méthodologie »). Nous présentons d'abord les résultats du piégeage réalisé en fonction des variétés présentes dans le verger.

Tableau n°13: Nombre de mouches de fruits dans chaque piège pour les deux sorties.

	Pavet	Bulida	Mélange	Tounis
Sortie 1	354	183	146	122
Sortie 2	1121	646	275	283

D'après les résultats du tableau, la variété Pavet est la plus attractive pour les mouches de fruits par rapport aux deux autres variétés, suivie par Bulida. Le mélange de variétés étant moins attirant pour ces mouches (**Fig. 31**).

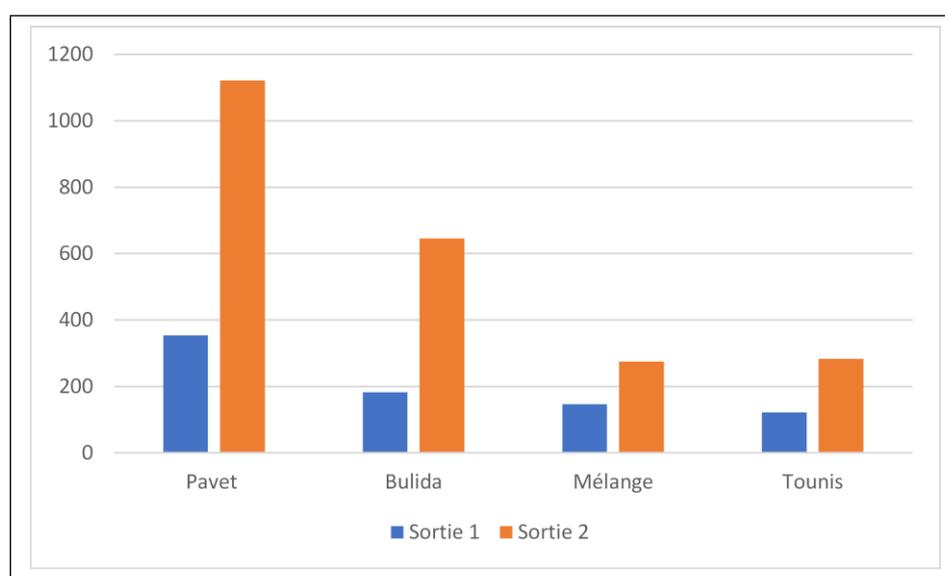


Figure n° 20: Importance des mouches de fruits Drosophilidae capturées selon chaque variété d'abricotier à Boukhmissa.

A l'aide d'un test ANOVA à un seul facteur, nous avons testé le facteur variété pour comparer la composition en espèces et de définir la variété la plus attirante pour certaines mouches de fruits.

Tableau n° 14: somme des carrés, degré de liberté et probabilité.

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	377454	3	125818	1,191	0,4192
Within groups:	422610	4	105653	Permutation p (n=99999)	
Total:	800064	7	0,2964		

L'analyse de la variance montre qu'il n'y a aucun effet significatif du facteur variété sur le nombre de mouches piégées ($p=0,4192$).

La variété Pavet est caractérisée par un taux de sucre élevé, une coloration jaune (**Fig.32**), un pourcentage d'eau élevé et une maturité retardée par rapport aux autres variétés. Le fruit est très fragile et le noyau a un goût moins sucré. Cette variété est très productive et elle est destinée à l'industrie de transformation (confitures, jus, abricots séchés...). Sur le plan économique, le piège à drosophile (Droso-Trap) va servir comme un moyen de lutte très efficace pour réduire les attaques des mouches Drosophilidae qui rendent les fruits impropres à la consommation car on ne peut pas s'en passer de cette variété (Pavet) qui est très utilisée dans le domaine de l'industrie de transformation.

La variété où on a dénombré moins de mouches drosophiles est « Tounis » bien que ce soit la variété qui présente une maturation précoce par rapport au Pavet et à Bulida. Le fruit est un peu acide et ferme (solide). L'amande a un goût sucré, ce qui la rend vulnérable aux attaques de sangliers.



Variété Pavet (originale)

Variété Bulida (originale)

Figure n° 21 : Différence entre les stades de maturité des deux variétés Bulida et Pavet durant la même séance du piégeage des mouches de fruits (Photos originales).

4.6. Sex ratio

Nous avons calculé la sex-ratio pour les espèces de mouches de fruits capturés par les Droso-trap dans le verger de Boukhmissa, les résultats sont portés dans le **Tableau n°15**.

Tableau n° 15: Nombres de mâles (NM), nombre de femelles (NF) et Sex ratio.

Espèces	NM	NF	(NM+NF)	Sex-Ratio
<i>Drosophila sp1</i>	162	252	414	0,39
<i>Drosophila sp2</i>	459	460	919	0,50
<i>Drosophila sp3</i>	398	371	769	0,52
<i>Drosophila sp5</i>	32	33	65	0,49
<i>Drosophila sp4</i>	42	13	55	0,76
<i>Drosophila sp6</i>	2	0	2	1,00

Nous avons enregistré des taux qui se rapproches pour *D. sp2* (0,50), *D. sp3* (0,52) et *D. sp5* (0,49). Cela est dû à la convergence des nombres de mâles et des femelles.

Pour *D. sp4*, les mâles étaient 3 fois plus nombreux que les femelles ce qui a donné une sex-ratio de 0,76. La valeur la plus faible (0,39) est enregistrée pour *D. sp1* où les femelles dépassent 2 fois les mâles (**Tab.15**).

Selon **Houston (1981)**, la sex-ratio donne une indication sur l'état reproducteur moyen des mouches femelles et donc de la capacité d'une population locale à initier des infestations ainsi que de l'efficacité des mesures de lutte utilisées.

4.7. Indices écologiques de structure :

Les indices écologiques de structure tels que l'indice de diversité de Shannon H' , la diversité maximale $H'max$ et l'indice d'équitabilité E seront pris en considération. Ces indices permettent d'estimer la diversité des mouches de fruits capturées dans le verger (**Tab.16**).

Tableau n° 16: Valeurs des indices de diversité calculés pour chacune des sorties.

	H'	H'max	E
Sortie 1	3,26	4,85	0,67
Sortie 2	3,41	5,20	0,65
Total	3.45	5,35	0.64

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon enregistrées dans les deux Sortie sont élevées reflétant une grande diversité au sein des mouches de fruits inventoriées dans l'agro-écosystème d'abricotier à Boukhmissa. De même pour la diversité maximale qui est égale à 5,35. Pour ce qui concerne l'équitabilité, les valeurs obtenues tendent vers 1 et signifient une tendance à l'équilibre entre les individus des espèces de mouches qui vivent dans ce verger.

Conclusion générale

Conclusion général

La présente étude porte sur l'utilisation du piègeage massif pour la surveillance de certaines mouches de fruits dans un agro-écosystème d'abricotier à Boukhmissa (M'sila). A travers cette étude, nous avons pu identifier les mouches des fruits de la famille des Drosophilidae associées à cet agrosystème. Les Droso-trap utilisés ont permis la capture non seulement des Drosophilides mais aussi d'un certain nombre d'arthropodes (arachnides et insectes) attirés par la solution du piègeage. Un total de 6793 individus (1706 individus dans le premier piégeage et 5087 individus dans le deuxième). Les espèces piégées dont le nombre est 42 espèces, appartiennent à 10 Ordres et 27 Familles.

L'échantillonnage floristique réalisé au niveau du verger a révélé la présence de 38 espèces végétales réparties sur 19 familles botaniques dont les Asteraceae sont les mieux représentées (10 espèces), et les Poaceae (6 espèces) avec la dominance surtout du chiendent pied-de-poule *Cynodon dactylon* et du liseron des champs *Convolvulus arvensis*.

L'inventaire des mouches de fruits appartenant à la famille des Drosophilidae montre la présence de 6 espèces à savoir *Drosophila sp1*, *D. sp2*, *D. sp3*, *D. sp5*, *D. sp4* et *D. sp6*. Trois sont abondantes notamment *D. sp3*, *D. sp2* et *D. sp1*. En général, c'est *D. sp2* qui est la plus dominante avec une abondance relative égale à 30.7 %. Suivi par *D. sp3* avec 24.3%

Ces dernières sont constantes dans les Droso-trap avec *D. sp1*. Deux espèces sont qualifiées de « accidentelles » à savoir *D. sp5* et *D. sp4* alors qu'une seule espèce est rare (*D. sp6*).

L'analyse de la variance calculée pour tester le facteur variété sur l'attraction des mouches de fruits a donné un résultat non significatif ($p=0,4192$) bien que le nombre de mouches capturées sur la variété Pavet est plus important (354 pour le premier piégeage et 1121 pour le deuxième) par rapport aux deux autres variétés Bulida et Tounis. Ceci est dû peut être à ses caractéristiques et à sa maturité tardive par rapport aux deux autres variétés. La variété où on a dénombré moins de mouches drosophiles est « Tounis » bien que ce soit la variété qui présente une maturation précoce par rapport au Pavet et à Bulida.

La sex-ratio calculée pour les espèces de mouches de fruits capturés par les Drosotrap montre des taux variés, *D. sp2* (0,50), *D. sp3* (0,52), *D. sp5* (0,49) et *D. sp4*, les mâles étaient 3 fois plus nombreux que les femelles ce qui a donné une sex-ratio de 0,76. La valeur la plus basse (0,39) est enregistrée pour *D. sp1*, où les femelles dépassent en nombre les mâles de deux fois.

L'indice de diversité de Shannon H' (= 3.45), la diversité maximale H'_{max} (= 5,35) dans les deux sorties sont élevées reflétant une grande diversité au sein des mouches de fruits inventoriées. L'indice d'équitabilité E (= 0.64), tends vers 1 et signifie une tendance à l'équilibre entre les individus des espèces de mouches qui vivent dans ce verger.

Suite aux résultats obtenus dans cette étude, sur le plan économique, le piège à drosotrap (Droso-Trap) va servir comme un moyen de lutte très efficace pour réduire les attaques des mouches Drosophilidae qui rendent les fruits impropres à la consommation surtout pour les variétés qui sont très utilisées dans le domaine de l'industrie de transformation notamment le Pavet.

Les abondances élevées de *D. sp2* et la présence de *D. sp6* nécessitent une attention particulière des services agricoles et des organismes de la protection des végétaux en Algérie pour évaluer les dégâts causés sur les arbres fruitiers et déterminer les plantes hôtes de ces ravageurs. Ces espèces sont classées au Maroc comme ravageur de quarantaine "quarantine pest" depuis 2018 selon l'*Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes*.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aamazadeh, F., Ostadrahimi, A., Rahbar Saadat, Y., & Barar, J. (2020).** Bitter apricot ethanolic extract induces apoptosis through increasing expression of Bax/Bcl-2 ratio and caspase-3 in PANC-1 pancreatic cancer cells. *Molecular biology reports*, 47(3), 1895–1904. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-05286-w>
2. **Al-Soufi, M. H., Alshwyeh, H. A., Alqahtani, H., Al-Zuwaid, S. K., Al-Ahmed, F. O., Al-Abdulaziz, F. T., Raed, D., Hellal, K., Mohd Nani, N. H., Zubaidi, S. N., Asni, N. S. M., Hamezah, H. S., Kamal, N., Al-Muzafar, H., & Mediani, A. (2022).** A Review with Updated Perspectives on Nutritional and Therapeutic Benefits of Apricot and the Industrial Application of Its Underutilized Parts. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(15), 5016. <https://doi.org/10.3390/molecules27155016>
3. **Aouari, I., Barech, G. et Khaldi, M. (2022).** Premier signalement du ravageur agricole *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)(Diptera : Drosophilidae) en Algérie. *Bulletin OEPP*, 52 (2), 471-478.
4. **Atek, Y., Nicolás, M., Egea, A., Martínez, P., and Bahlouli, F. (2021).** reproductive biology of a diverse apricot (*prunus armeniaca* l.) germplasm from the regions of hodna and aurès in algeria. *Agrobiologia*, 11(1): 2359-2365.
5. **Beck H., Zimmermann N., McVicar TR., Vergopolan N., Berg A. & Wood EF. (2018).** Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Sci Data* 5, 180214 <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
6. **Bellenot, p. (1963).** Les abricots d'Algérie. Caractères technologiques et chimiques fruit., Cirad, 18(4), 189-194.
7. **Bernard B; Olivier ; Carole P.Poster** stades phénologiques de l'abricotier9.Avenue des Jordils 5 Case postale 1080.
8. **Bouzidi, N. (2005).** action de cinq provenances de porte – greffes francs d'abricotier (*Prunus armeniaca*. L) au déficit hydrique. Tolérance à la sécheresse.
9. **Bouzina N. (2017).** Biodiversité fonctionnelle des arthropodes d'une oliveraie à Melouza (Ouanougha, M'sila) et évaluation des dégâts de la mouche des olives. Mem. Master Agro. Prot. Végét. Univ. M'sila, 74 p.
10. **Bretaudeau, j. Faure, Y. (1991)-** Atlas d'arboriculture fruitière volumei. troisième édition revue et corrigée. Ed. Tec & Doc – Lavoisier, Paris, 243p.
11. **Bretaudeau, j. et Faure, y. 1992.** Atlas d'arboriculture fruitière-volume 1.technique et documentation - l'avouer, 311p.

12. **D.S.A., (2023).** Directions des services agricoles de M'sila. Rapport sur les productions agricoles de la wilaya de M'sila.
13. **Dajoz R. (1996).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p
14. **Delval, P. (2021).** Les mouches des fruits et légumes : quelles solutions alternatives
15. **El Houssaini, S. (2010).** Le capnode noir des rosacées à noyau: Histoire d'une lutte à améliorer. en Agriculture du maghreb, 44, 1-2p.
en EcophytoPIC (Synthèse EcophytoPIC n°8.
16. **EPPO (2023).** EPPO Global Database. Online at: <https://gd.eppo.int>.
17. **Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., & Hemptinne J. (2003).** Ecologie, Approche scientifique et pratique. 5^{ème} édition, Ed. Tec et Doc (Lavoisier), 531 p.
18. **Faurie, C. (2011).** Écologie Approche scientifique et pratique (6e ed.). Lavoisier.
19. **Firlej, A., et Vanoosthuyse, F. (2017).** La Drosophile à Ailes Tachetées, un Ravageur des Petits Fruits au Québec. Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA) et Partenaires.
20. **Tachdjian, G., Baudin, B., Bobé, P., Cuif-Lordez, M-H., Faivre, J., Guiochon-Mantel, A., Poüs, C., & Schoëvaërt, D. (2018).** Toute l'UE 2-Cours+ QCM : La cellule et les tissus. Ed. Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux Cedex, France, 596 p.
21. **Grall, J. et Coïc, N. 2006.** Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Institut Universitaire Européen de la Mer - Université de Bretagne Occidentale. Laboratoire des sciences de l'environnement marin ,91p .
22. **Grall, J., & Hily, C. (2003).** Traitement des données stationnelles (faune). IUEM (UBO)/LEMAR FT-10--01. doc, 1-10.
23. **Guillemain, M. J., Díaz Nieto, L. M., Suárez, L., Rull, J., Ovruski, S., Acosta, J. C., Molina, D., & Murua, F. (2021).** Offseason Medfly Trapping Using Makeshift Fruit-Based and Wine Vinegar Baits. *Neotropical entomology*, 50(2), 289–297. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00844-0>
24. **Hammer Ø., Harper D.A.T., & Ryan P.D. (2001).** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1-9, available at: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

25. Heve, W. K., Adjadeh, T. A., & Billah, M. K. (2021). Overview and future research needs for development of effective biocontrol strategies for management of *Bactrocera dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae) in sub-Saharan Africa. *Pest management science*, 77(10), 4224–4237. <https://doi.org/10.1002/ps.6485>
26. Houston, WWK (1981). Fluctuations des effectifs et importance du sex-ratio de la mouche mexicaine des fruits, *Anastrepha ludens* capturée dans les pièges McPhail. *Entomologia Experimentalis et applicata* , 30 (2), 140-150.
27. <https://www.planthealthaustralia.com>.
28. Jalil P. a. et Ali W. K., 2019 - re-description of the last instar larvae of *capnodis tenebrionis* (linnaeus, 1760) (coleoptera, buprestidae) depending on scanning electron microscope. *bull. iraq nat. hist. mus.*: 15 (4): 413-424.
29. Khaldi, M., Barech, G., Bendjedou, H. et Aouari, I. (2021). Premiers niveaux de détection et d'infestation de la mouche invasive des fruits *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera : Drosophilidae) dans les vergers de grenadiers d'Algérie. *Entomologie africaine* , 29 (1), 173-179.
30. Kitic, D., Miladinovic, B., Randjelovic, M., Szopa, A., Sharifi-Rad, J., Calina, D., & Seidel, V. (2022). Anticancer Potential and Other Pharmacological Properties of *Prunus armeniaca* L.: An Updated Overview. *Plants* (Basel, Switzerland), 11(14), 1885. <https://doi.org/10.3390/plants11141885>
31. El-Otmani, M., & Ait-Outbahou, A., & Zacarías, Lorenzo. (2011). *Citrus* spp. : orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime. 10.1533/9780857092762.437.
32. Mamouni, A., & Oukabli, A. (2005). L'abricotier: une diversité génétique à exploiter pour relancer la culture. *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture au Maroc*, 134(1), 1-4p.
33. Marannino, P. et de Lillo, E. (janvier 2007). *Capnodis tenebrionis* (L. 1758)(Coleoptera : Buprestidae) : morphologie et comportement des larves nouveau-nées et effets de l'humidité du sol sur l'éclosion des œufs. Dans *Annales de la Société entomologique de France* (Vol. 43, n° 2, pp. 145-154). Groupe Taylor & Francis.

- 34. Medjnah, I. et Daoud, F. (2021)**- Inventaire et suivi des Drosophilides associés au prunier dans la région de Ouled Derradj (M'sila). Mém. Master. Dép. Agro. Univ .M'sila, 50p.
- 35. Miller, C. 2000.** "Drosophila sp1" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed September 08, 2023 at https://animaldiversity.org/accounts/Drosophila_sp1/
- 36. 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).
- 37. Özbek Çatal B, Çalışkan Keçe AF, Ulusoy MR (2021).** Distribution and host plants of Drosophilidae (Diptera) species detected in fruit orchards of the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 26(2) : 431-442. DOI: 10.37908/mkutbd.873838
- 38. Paull, Robert & Oliveira, Jurandi. (2020).** Tropical fruits: Papayas. 10.1016/B978-0-12-804599-2.00024-7.
- 39. Pol, D. (2002).** Elevage de la mouche du vinaigre, *Drosophila sp1*, publié le 01-06-2002 ; Abrégé de sciences de la vie et de terre.
- 40. Quézel, P. et Santa, S. 1962.** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris: CNRS. 1: 1–565.
- 41. Quézel, P. et Santa, S. 1963.** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris: CNRS. 2: 571–1091.
- 42. Ramade F., (2003).** Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris, 689 p.
- 43. Rebbas, K., & Bounar, R. (2014).** Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la région de M'Sila (Algérie). *Phytothérapie*, 12(5), 284-291.
- 44. Rojas. E., Andrade J., Concha C., Astudillo F., 2019.** Manual de reconocimiento. estados de desarrollo de drosophila suzukii (diptera: drosophilidae) y otras especies del género, comunes en el sur de chile. ministerio de agricultura, servicio agrícola y ganadero. primera edición. 76 pp.
- 45. Toševski I., Milenkovičs., Krstić O., Kosovac A., Jakovljević M., Mitrović M., Cvrković T., Jović J. (2014).** *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), a new invasive pest in Serbia. *Plant Protection*, Vol. 65 (3), No 289, 99-104.

Autres sites web:

46. (<https://esplaisirsfrutes.com/lorigine-et-les-bienfaits-des-abricots-une-option-saine-pour-les-entrepris>).
47. (<https://m.plantproducts.com/fr>).
48. (https://viagallica.com/v/abricotier_commun.htm).
49. (<https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/abricotier.php>).
50. (https://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/Zaprionus-indianus-Gupt1970img74_8712.html).
51. (<https://jardinage.lemonde.fr>).
52. (<https://www.koppert.fr/defis/protection-des-cultures/mouches-et-moustiques/mouche-mediterraneenne/>).
53. (<https://www.bio-enligne.com/dipteres/448-ceratite.html>).
54. (<https://www.planete-agrobio.com/produit/pheromones-mouche-mediterraneenne-des-fruits-x10/>).
55. (<https://www.sanbi.org/animal-of-the-week/common-fruit-fly/>).
56. (<https://www.koppert.fr/piege-a-mouche-drosophila/>).
57. (https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://www.biocon.ch/fr-ch/drosal-pro--p23394&ved=2ahUKEwj3yrveyciBAxW0RaQE_HY_52_C5EQr4KdegQIARAC&usg=AOvVaw3PbMbgsRIg0RMNuDkB7mOP).
58. (<https://www.insectosphere.fr/pieges-a-pheromones>).
59. (<https://plantnet.org/>).
60. *climate-data.org*.

Résumé

La présente étude porte sur l'utilisation du piégeage massif pour la surveillance de certaines mouches de fruits dans un agro-écosystème d'abricotier à Boukhmissa (M'sila). Cet échantillonnage a révélé la présence de six (6) espèces à savoir *Drosophila sp1*, *Drosophila sp2*, *Drosophila sp3*, *Drosophila sp4*, *Drosophila sp5* et *Drosophila sp6*. C'est *Drosophila sp2* qui est la plus dominante, suivi par *Drosophila sp3* et *Drosophila sp1*. Les pièges droso-trap ont montré leur efficacité pour la surveillance et le contrôle des mouches de fruits Drosophilidae dans un milieu de fruitiers.

Mots clé: Abricotier, Droso-trap, Mouches de fruits, Boukhmissa, M'sila.

Summary

This study focuses on the use of massive trapping for the monitoring of certain fruit flies in an apricot agro-ecosystem in Boukhmissa (M'sila). This sampling revealed the presence of six (6) species namely *Drosophila sp1*, *Drosophila sp2*, *Drosophila sp3*, *Drosophila sp4*, *Drosophila sp5* and *Drosophila sp6*. *Drosophila sp2* is the most dominant, followed by *Drosophila sp3* and *Drosophila sp1*. Droso-trap traps have been shown to be effective in monitoring and controlling Drosophilidae fruit flies in a fruit tree environment.

Keywords: Apricot tree, Droso-trap, Fruit flies, Boukhmissa, M'sila.

ملخص

تركز هذه الدراسة على استخدام الاصطياد المكثف لرصد بعض ذباب الفاكهة في نظام بيئي زراعي للمشمش في بوخميسة (المسيلة). كشفت هذه العينة عن وجود ستة (6) أنواع وهي ذبابة الفاكهة *Drosophila sp1*, *Drosophila sp2*, *Drosophila sp3*, *Drosophila sp4*, *Drosophila sp5* and *Drosophila sp6*. *Drosophila sp2* هو الأكثر هيمنة ، يليه *Drosophila sp3*, *Drosophila sp1*. وقد ثبت أن مصائد الفخاخ Droso-trap فعالة في رصد ذباب الفاكهة ذبابة الفاكهة ومكافحته في بيئة أشجار الفاكهة.

الكلمات المفتاحية: شجرة المشمش، مصيدة ذبابة الفاكهة، بوخميسة، المسيلة.