



*République Algérienne Démocratique et Populaire*

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique*



**UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

**MEMOIRE DE STAGE**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de**

**MASTER PROFESSIONNEL**

**FILIERE : Sciences Agronomiques**

**SPECIALITE : Arboriculture Fruitière**

**OPTION : Pommier**

**Thème**

**Inventaire des espèces de pucerons et leurs  
ennemis naturels sur le pommier dans la  
région de Bouhmama (W. Khenchela)**

**Présenté par : TAYAA Hichem**

*Soutenu le : 22/09/ 2024*

**Mémoire de Master professionnel soutenu devant le jury composé de :**

<b>Président</b>	<b>KELLIL Hadia</b>	<b>(MCB)</b>	<b>Univ. Abbès Laghrou – Khenchela</b>
<b>Encadreur</b>	<b>ADDAD Dalila</b>	<b>(MCA)</b>	<b>Univ. Abbès Laghrou – Khenchela</b>
<b>Co-Encadrant</b>	<b>TAHAR-CHAOUCHE Souad</b>	<b>(MRA)</b>	<b>CRSTRA – Biskra</b>
<b>Examineur</b>	<b>GAGUI Fatima</b>	<b>(MAA)</b>	<b>Univ. Abbès Laghrou – Khenchela</b>

**Année universitaire 2023/ 2024**



*Tout d'abord, on remercie DIEU le tout puissant de ma avoir donné la santé, la volonté, et le courage pour accomplir ce mémoire.*

*En premier lieu, je tiens à remercier profondément mon enseignante Mme Addad dalila pour tout le soutien et l'encadrement qu'elle nous a donnée, pour l'attention qu'elle a porté à la réalisation de ce travail. Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements à Mme Tahar-Chaouche Souad (MRA) pour son aide très précieux*

*Je tiens également a remercié les membres du jury Mme Kellil Hadia et Mme Gagui Fatima qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir évaluer et examiner avec attention mon modeste travail.*

*Finalement, je remercie les enseignants de notre département et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à réalisation de ce travail.*

# RAPPORT DE STAGE

**Nom** : Hichem Tayaa

**Formation** : Arboriculture fruitière

**Année** : Année universitaire [2023] - [2024]

**Établissement d'accueil** : Coopérative Apple pour la production de pommes Bouhmama

**Stage du** : 19 Avril 2024 à 25 Juin 2024

**Maitre de stage** : Nasri yassine

**Tuteur de stage** : Azizi Sami

**Table des Matières**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Table des matières</b>	/
<b>Liste des figures</b>	/
<b>Liste des tableaux</b>	/
<b>Introduction</b>	<b>01</b>
<b>1. Présentation du Stage</b>	<b>03</b>
<b>1.1. Description du stage</b>	<b>03</b>
1.1.1. Présentation de l'établissement d'accueil	<b>03</b>
1.1.2. Démarche et protocole de stage	<b>03</b>
<b>1.2. Thématique traitée au stage</b>	<b>04</b>
1.2.1 Problématique et objectifs	<b>04</b>
1.2.2 Démarche méthodologique	<b>04</b>
<b>2. Synthèse bibliographique</b>	<b>05</b>
<b>2.1. Origine et Classification botanique du pommier</b>	<b>05</b>
2.1.1. Origine	<b>05</b>
2.1.2. Classification botanique	<b>05</b>
<b>2.2. Caractéristiques morphologiques et biochimiques du pommier</b>	<b>06</b>
2.2.1. Caractéristiques morphologiques	<b>06</b>
2.2.2. Caractéristiques biologiques	<b>08</b>
<b>2.3. Variétés du pommier en Algérie</b>	<b>09</b>
<b>2.4. Exigences des cultures</b>	<b>09</b>
2.4.1. Exigences pédologiques	<b>09</b>
2.4.2. Exigences climatiques	<b>10</b>
2.4.3. Exigences hydriques	<b>12</b>
<b>2.5. Ravageurs et maladies du pommier</b>	<b>12</b>
2.5.1. Ravageurs insectes	<b>12</b>
2.5.2. Ravageurs vertébrés	<b>14</b>
2.5.3. Maladies du pommier	<b>14</b>
<b>2.6. Techniques de conservation de pomme</b>	<b>15</b>
2.6.1. Technique de conservation en atmosphère contrôlé	<b>15</b>

2.6.2. Technique d'enrobage	<b>15</b>
<b>2.7. Importance économique du pommier</b>	<b>15</b>
<b>2.8. Généralités sur les pucerons</b>	<b>16</b>
2.8.1. Systématique	<b>16</b>
2.8.2. Principales espèces du puceron ravageurs du pommier	<b>17</b>
<b>3. Partie expérimentale</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Matériel et méthodes</b>	<b>20</b>
3.1.1. Situation géographique de la commune de Bouhmama	<b>20</b>
3.1.2. Caractérisation climatique	<b>21</b>
3.1.3. Présentation de la zone d'étude	<b>23</b>
3.1.4. Etude statistique	<b>27</b>
<b>3.2. Résultats et discussions</b>	<b>28</b>
3.2.1. Espèces de pucerons ravageurs de pommier	<b>28</b>
3.2.2. Description des espèces inventoriées	<b>28</b>
3.2.3. Dynamique de la population d' <i>A. gossypii</i> dans le premier verger	<b>30</b>
3.2.4. Comparaison des moyennes de la population d' <i>A. gossypii</i> mesurées sur les différentes directions des feuilles	<b>31</b>
3.2.5. Comparaison des moyennes de la population d' <i>A. gossypii</i> mesurées dans le temps sur les feuilles du pommier	<b>32</b>
3.2.6. Présentation des résultats d' <i>A. gossypii</i> parasité	<b>33</b>
3.2.7. Systématique et suivi des deux espèces de coccinelles recensées	<b>35</b>
<b>Conclusion</b>	<b>37</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	<b>39</b>
<b>Annexes</b>	<b>44</b>
<b>Résumé</b>	<b>/</b>
<b>ملخص</b>	<b>/</b>
<b>Abstract</b>	<b>/</b>

## Liste des Figures

Figure N°	Titre	Page
<b>01</b>	Arbre du pommier	<b>06</b>
<b>02</b>	Rameaux du pommier	<b>06</b>
<b>03</b>	Feuille du pommier	<b>07</b>
<b>04</b>	Fleure du pommier	<b>07</b>
<b>05</b>	Principaux ravageurs insectes (Dib, 2010)	<b>08</b>
<b>06</b>	Dégâts causés par pucerons cendrés (1 : Colonie sur une pousse de pommier et enroulement des feuilles, 2 : Pommes déformées suite à des piqûres précoces de pucerons cendrés)	<b>17</b>
<b>07</b>	Dégâts causés par le pucerons verts (3 : pucerons sur une pousse de pommier, 4 : Colonie de pucerons verts sur une pousse de pommier)	<b>18</b>
<b>08</b>	Dégâts causés par le puceron lanigère (5 : Colonie active du puceron lanigère sur des pousses de pommier, 6 : Colonie du puceron lanigère sur une branche de pommier - Les pucerons noirs sans laine et avec un trou ont été parasités par <i>Aphelinus mali</i> -)	<b>19</b>
<b>09</b>	Localisation de la commune de Bouhmama	<b>20</b>
<b>10</b>	Températures moyennes maximales, moyennes et minimales de la région de Khenchela (2014-2023)	<b>21</b>
<b>11</b>	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Khenchela (2014-2023)	<b>22</b>
<b>12</b>	Diagramme ombrothermique de la région de Khenchela (2014-2023)	<b>22</b>
<b>13</b>	Quatre directions de prélèvement des pucerons et leurs auxiliaires sur la feuille du pommier	<b>26</b>
<b>14</b>	Quatre directions de prélèvement des pucerons et leurs auxiliaires sur la feuille du pommier	<b>26</b>
<b>15</b>	<i>Aphis gossypii</i> (Hullé <i>et al.</i> , 2012)	<b>29</b>
<b>16</b>	<i>Dysaphis plantaginea</i> ( <a href="https://ascenza.fr/2023">https://ascenza.fr/2023</a> )	<b>30</b>
<b>17</b>	Evolution des effectifs en nombre d'individus de l'espèce ravageur <i>A. gossypii</i> sur les feuilles.	<b>31</b>
<b>18</b>	Effet moyen de la direction de prélèvements des pucerons ( <i>A. gossypii</i> ) sur les feuilles du pommier	<b>32</b>
<b>19</b>	Variations temporelles de la population d' <i>A. gossypii</i> sur les feuilles de pommier	<b>33</b>
<b>20</b>	Effectif en nombre d'individus d' <i>A. gossypii</i> parasités par des Hyménoptères parasitoïdes échantillonnés sur les feuilles.	<b>34</b>

## *Liste des figures*

---

<b>21</b>	Mode de vie d'un parasitoïde (Goubault, 2003)	<b>34</b>
<b>22</b>	Dynamique des populations les deux espèces aphidiphages recensées	<b>22</b>

**Liste des Tableaux**

<b>Tableau n°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Composition moyenne pour 100g de produit frais de la pomme (Aprifel, 2008)	<b>09</b>
<b>02</b>	Besoin moyen en froid des principales variétés de pommier cultivées en Algérie (Chaouia <i>et al.</i> ,2003)	<b>09</b>
<b>03</b>	Besoins en froid des différentes variétés de pommier (ITAFV, 2015) ...	<b>11</b>
<b>04</b>	Principaux ravageurs insectes (Dib, 2010)	<b>13</b>
<b>05</b>	Principales maladies du pommier (Dib, 2010)	<b>14</b>
<b>06</b>	Importance de la culture de pommier par zone de production (F.A.O 2018/2020)	<b>15</b>
<b>07</b>	Techniques culturales appliquées dans le verger durant la campagne agricole (23/24).	<b>24</b>
<b>08</b>	Systématique et répartition des deux espèces recensées dans les vergers d'étude	<b>28</b>
<b>09</b>	Résultats de la comparaison des moyennes des échantillons appariés des 4 directions	<b>31</b>
<b>10</b>	Résultats de la comparaison des moyennes des échantillons appariés des 8 sorties	<b>32</b>
<b>11</b>	Systématique et effectif en nombre des deux espèces prédatrices	<b>35</b>



# *INTRODUCTION*

### Introduction

L'arboriculture fruitière est très diversifiée en Algérie, elle est constituée d'espèces rustiques et caractéristiques de la région comme l'olivier et le figuier et d'espèces plus exigeantes et délicates cultivées essentiellement dans les plaines fertiles. Ces espèces sont les plus importantes sur le plan économique et social (Chaouia *et al.*, 2003). Le pommier (*Malus domestica*) est un arbre fruitier d'une importance considérable dans l'agriculture mondiale, en raison de sa grande diversité variétale et de ses nombreux avantages nutritionnels. Les principales zones de production du pommier en Algérie sont : Médéa, Batna, Khenchela, Sidi Bel Abbes et Tiaret. Les vergers plantés en pommes totalisent 21 200 ha (F.A.O., 2013). En Algérie, la culture du pommier occupe une place significative, particulièrement dans la région de Khenchela, où les conditions climatiques et pédologiques sont favorables à sa production.

Les arbres fruitiers forment comme toute espèce végétale un milieu favorable à la propagation des ravageurs et maladies infectieuses (Belhassaine, 2014). Aussi, le pommier est sujet à de nombreux ravageurs notamment les insectes.

L'étude des pucerons sur les pommiers est d'une grande importance en raison de l'impact significatif que ces minuscules insectes peuvent avoir sur les vergers de pommiers (Alhmedi *et al.*, 2023). Ces ravageurs peuvent causer des dommages importants aux pommiers en suçant la sève des feuilles et en transférant les virus, ce qui peut avoir une incidence sur la qualité et la quantité de la récolte. La compréhension du comportement, du cycle de vie et de la gestion des pucerons sur les pommiers est cruciale pour les agriculteurs et les chercheurs afin d'élaborer des stratégies efficaces de lutte antiparasitaire et de protection des pommiers (Chimi Kinley *et al.*, 2021). Les pucerons appartiennent à la super-famille des Aphidoidea, dans l'ordre des hémiptères (Guerrieri et Digilio, 2008). On les trouve surtout dans les régions tempérées colonisant 25 % des espèces végétales existantes, ce qui pose un grave problème pour l'agriculture malgré le fait qu'il s'agit d'un petit groupe d'insectes. Environ 5000 espèces de pucerons reconnues sont considérées comme de petits insectes phytophages homoptères qui sucent le liquide phloème des plantes. Ils varient en taille et mesurent entre 0,7 et 7,0 mm de longueur et sont connus sous le nom de poux ou antcows (Simon et Peccoud, 2018 ; Dedryver *et al.*, 2010) et présentent des caractéristiques uniques comme le polyphagisme, le polymorphisme, la parthénogenèse obligatoire, viviparité, altération rapide du développement de l'hôte et courte durée de génération pour atteindre le statut de ravageur dans l'agriculture (Singh et Singh, 2017). La plupart des pucerons se spécialisent dans une ou un groupe d'espèces apparentées de plantes hôtes (Peccoud *et al.*, 2010).

Les pucerons ont généralement une extrême rapidité de propagation et de pullulation sur leurs hôtes habituels. La plupart des espèces de pucerons ont une capacité de reproduction très rapide, par parthénogénèse. En effet, les femelles fondatrices issues des œufs d'hiver pondent directement des larves femelles qui atteignent rapidement à leur tour l'âge adulte et la capacité de se reproduire. Lorsqu'il y a dégradation de leur environnement ou accroissement de la densité de population, des pucerons ailés apparaissent. Ils peuvent alors se déplacer sur de très grandes distances, portés par le vent (Isabelle, 2023).

La faune auxiliaire active sur les pucerons est essentiellement composée de coccinelles, chrysopes, syrphes et parasitoïdes. Elle joue un rôle important sans toutefois suffire face à de fortes dynamiques de populations (Desfemmes, 2021).

Les principaux objectifs de cette recherche sont d'identifier les espèces de pucerons recensées et leur d'étudier la prévalence et la distribution de ces ravageurs sur les pommiers dans la région de Bouhmama et principalement dans la Coopérative Apple pour la production des pommes Bouhmama. Ce manuscrit est organisé en trois parties :

Partie I : Présentation du Stage : cette partie comporte deux chapitres portant sur la description du stage et la thématique traitée durant ce stage

Partie II : Synthèse bibliographique, qui parle sur l'origine, la classification botanique et les caractéristiques morphologiques et biochimiques du pommier puis ces exigences et son importance économique. Cette partie traite également des généralités sur les pucerons tout en précisant leur systématique et les principales espèces du puceron ravageurs du pommier.

Partie III : Partie expérimentale : qui englobe deux chapitres ; matériels et méthodes qui regroupe le matériel utilisé, les méthodes suivies dans cette étude et résultats et discussion qui est une présentation des principaux résultats obtenus sous forme de tableaux et figures ainsi que leurs discussions.



# **PRÉSENTATION DU STAGE**

## **1. Présentation du stage**

### **1.1. Description du Stage**

#### **1.1.1. Présentation de l'établissement d'accueil**

La coopérative Apple pour la production de pommes Bouhmama est un établissement affilié au Ministère de l'agriculture et du développement rural, située dans la commune de Bouhmama Wilaya de Khenchela. La Coopérative des Aurès est dirigée par Mr Nasri Yacine. Les objectifs de la coopérative sont conçus pour soutenir les agriculteurs dans divers aspects de leur activité, allant de l'accès à des financements à l'amélioration des pratiques agricoles. Les principales initiatives incluent :

- ✓ Accompagner l'agriculteur afin d'obtenir des prêts incitatifs sans intérêt afin de lui permettre d'étendre sa production et de résoudre les problèmes qu'il rencontre devant divers organes de l'administration dans les limites permises par la loi.
- ✓ Accompagner l'agriculteur afin de réduire le coût de production en utilisant les dernières technologies.
- ✓ Accompagner les agriculteurs afin d'augmenter le rendement de leurs vergers au plus haut niveau.
- ✓ Permettre aux agriculteurs de s'agglomérer, de coopérer et de s'intégrer pour commercialiser le produit à bon prix, en concluant des accords dans le cadre de la coopérative avec de grandes organisations commerciales avec la possibilité d'exporter dans le futur.
- Coordonnées de la coopérative
- ✓ Téléphone : 0662276386.
- ✓ Adresse : A côté de la station Naftal, commune de Bouhmama Wilaya de Khenchela.

#### **1.1.2. Démarche et protocole de stage**

Au lieu du stage est après l'accueil de l'appart de Mr Nasri Yassine et Mr Azizi Sami ainsi que l'ensemble du staffe technique et administratif on a fixé les principales étapes à réaliser :

- ✓ La description des principales missions données au stagiaire ;
- ✓ Les dates de début et fin du stage ;
- ✓ La durée hebdomadaire maximale de présence du stagiaire en entreprise ;
- ✓ Le nom et les coordonnées du tuteur.
- ✓ La fixation et la visite du site d'étude
- ✓ La mise en place des pièges

- ✓ Le suivi périodique et la récupération des insectes capturés

## **1.2. Thématique traitée au stage**

### **1.2.1. Problématique et objectifs**

Cette étude vise à identifier les espèces de pucerons recensées et à étudier leur prévalence et leur répartition sur les pommiers de la région de Bouhmama, en se concentrant principalement sur la Coopérative Apple Bouhmama, dédiée à la production de pommes Bouhmama. En plus de cet objectif lié à l'étude académique, ce stage en plein champs à pour intérêt de maîtriser les différentes techniques liées à la culture des arbres fruitiers spécialement le pommier tel que : la connaissance des différentes variétés, les différentes doses d'irrigation, d'engrais, d'apport des pesticides ....

### **1.2.2. Démarche méthodologique**

La démarche méthodologique est subdivisée en deux volets :

Sur terrain consiste à :

- ✓ Fixer et visiter le site d'étude
- ✓ Mettre en place des pièges
- ✓ Suivre périodiquement et récupérer les insectes capturés

Au laboratoire consiste à :

- ✓ Quantifier les insectes capturés
- ✓ Identifier les espèces et les familles



# **SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

## 2. Synthèse bibliographique

### 2.1. Origine et Classification botanique du pommier

#### 2.1.1. Origine

Le pommier est l'arbre fruitier le plus anciennement cultivé en Europe et dans le monde en zones tempérées (Bretau, 1978 ; Chouinard, 2000). Le pommier cultivé a été longtemps appelé *Malus pumila* Mill. ; Cette espèce est endémique de la zone allant des Balkans jusqu'au Nord des montagnes de l'Altaï (Haffaf et Merzougui, 2015). Mais, selon (Bretau, 1991), le berceau du pommier se situe très certainement dans le Caucase et sur les bords de la mer Caspienne. De ces régions sa culture s'est étendue à l'Europe orientale, à la Russie puis à l'Europe occidentale.

De nos jours, on le cultive dans tous les pays, entre 25° et 60° de latitude Nord et dans l'hémisphère Sud, en Nouvelle-Zélande, Australie, Afrique australe, Argentine, Chili et Sud du Brésil. (Haffaf et Merzougui, 2015).

#### 2.1.2. Classification botanique

Le pommier appartient à la famille des Rosacées, à la sous-famille des *Pomoideae* et au genre *Malus* (pommier). Le genre *Malus* comprend 25 à 30 espèces selon les botanistes et plusieurs sous espèces. Selon Cronquist (1981) la classification du pommier est :

**Régne :** *Plantae*

**Sous Régne :** *Tracheobionta*

**Division :** *Magnoliophyta*

**Classe :** *Magnoliopsida*

**Sous classe :** *Rosidae*

**Ordre :** *Rosales*

**Famille :** *Rosaceae*

**Sous famille :** *Maloideae*

**Genre :** *Malus*

Les variétés de pommier appartiennent à deux groupes chromosomiques. Les variétés diploïdes ( $2n = 34$  chromosomes) : leur pollen et leurs ovules sont normalement constitués. Elles présentent une méiose régulière et un pouvoir germinatif du pollen élevé (90 à 95%).

Les variétés triploïdes ( $3n = 51$  chromosomes) : chez celles-ci, la constitution du pollen et des ovules est déséquilibrée. La méiose est irrégulière et le pouvoir germinatif du pollen est très faible (5 à 10%). Ces variétés ont tendance à donner des fruits ayant peu de pépins et qui chutent facilement (Trillot 2002).

## **2.2. Caractéristiques morphologiques et biochimiques du pommier**

### **2.2.1. Caractéristiques morphologiques**

L'**arbre** du pommier est un buissonnant de vigueur moyenne, à port arrondi, il atteint 6 à 8 mètres et même 10 mètres d'hauteur avec des branches divergentes, retombantes avec l'âge (Bretaudeau, 1978).



**Figure 1.** Arbre du pommier (<https://conseils-jardin.willemsefrance.fr/>)

Les **rameaux** du pommier sont à écorce lisse, brune, à lenticelles plus ou moins nombreuses suivant les variétés, devenant rugueuses sur le vieux bois. Ils portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs ou inflorescences (Bretaudeau, 1978).



**Figure 2.** Rameaux du pommier (rustica.fr)

**Les feuilles** sont caduques, alternes, simples, entières et dentées sur les bords, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court et accompagné à sa base de deux stipules foliacées (Bretaudeau, 1975 ; Massonnet, 2004)



**Figure 3.** Feuille du pommier (gerbeaud.com)

**Les fleurs** sont regroupées en corymbes de 8 à 11 fleurs portées à l'extrémité de rameaux courtes, nommées brindilles couronnées, ou directement sur les brindilles au niveau des boutons axillaires (Coutanceau, 1962). Elles sont hermaphrodites et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante (Bore et Fleckinger, 1997). La floraison est préférentiellement croisée (Gautier, 1993 ; Gallais et Bannerot, 1995). Le principal agent pollinisateur est l'abeille domestique (Massonnet, 2004). L'ovaire de la fleur et les tissus soudés qui l'environnent (bases de filets, des pétales et des sépales) se développent pour former un fruit charnu complexe, de couleur et de goût variable selon les variétés (Massonnet, 2004).



**Figure 4.** Fleur du pommier ([istockphoto.com](https://www.istockphoto.com))

**Le fruit** du pommier est une drupe, à mésocarpe charnu entourant cinq loges cartilagineuses et a chair croquante de teinte blanchâtre, jaune ou rose, les loges contenant le pépin (Bretaudeau, 1978).



**Figure 5.** Fruit du pommier ([meilandrichardier.com](https://www.meilandrichardier.com))

**Les graines** ou pépins sont lisses, luisantes, leur teinte brune caractérise le fruit mûr (Ziadi, 2001). Dans chaque graine se trouve un embryon, plante en miniature dotée de réserves qui serviront à sa germination (Hadbi, 2015).

### **2.2.2. Caractéristiques biologiques**

La pomme est un fruit de composition variée et équilibrée Elle est notamment particulièrement riche en fibres alimentaires (de 2 à 3 g/100g sans ou avec la peau). Cette teneur la positionne devant la banane (2,0 g/100g) et l'orange (1,8 g/100g). Une pomme de 180 g en moyenne, apporte 5 g de fibres, soit l'équivalent de 200 g de légumes frais ou 150 g de pain blanc (Aprifel, 2008). Ces fibres sont notamment à l'origine des effets bénéfiques de la

consommation de pomme sur le taux de cholestérol. Selon une étude récente menée au CHU d'Angers, la consommation régulière de pommes (2 à 3 par jour) peut en effet diminuer de 5 à 15 % le taux de cholestérol et améliorer le part de « bon cholestérol » (High Density Lipoprotein, HDL) par rapport au « mauvais cholestérol » (Low Density lipoprotein, LDL) (étude réalisée pendant 2 mois sur 235 personnes atteintes de cholestérolémie élevée) (Aprifel, 2008).

Cette richesse en fibres s'accompagne par ailleurs d'une teneur intéressante en polyphénols : en moyenne 180 mg en équivalent acide gallique pour 100g de fruit frais. Dans l'étude de Brat *et al.* (2006); sur 25 fruits consommés couramment, cette teneur moyenne place la pomme en cinquième position. Cependant, l'importance de sa consommation en fait le premier fruit source de composés phénoliques, avec en moyenne 100 mg d'équivalent acide gallique fourni par jour et par personne.

D'après les travaux d'Eberhardt *et al.* (2000) ; les polyphénols de la pomme sont la principale source du fort potentiel antioxydant de ce fruit. La composition variée et équilibrée de la pomme, sa richesse en fibres et en composés phénoliques et son apport pauvre en calories en font donc un modèle de fruit à valeur santé (Muriel, 2008).

**Tableau 1.** Composition moyenne pour 100g de produit frais de la pomme (Aprifel, 2008)

<i>Composants(g)</i>	<i>Minéraux(mg)</i>	<i>Vitamines(mg)</i>		<i>Apports énergétiques</i>	
<b>Glucides 12.6</b>	Potassium 145.0	Vitamine C 5.0		Calories	<b>54.0</b>
<b>Protides 0.3</b>	Phosphore 9.0	Provitamine A	$7.0 \times 10^{-2}$	K Joules	<b>226.0</b>
<b>Lipides 0.3</b>	Calcium 4.0	Vitamine B1	$3.0 \times 10^{-2}$		
<b>A. organiques 0.6</b>	Magnésium 4.0	Vitamine B2	$2.0 \times 10^{-2}$		
<b>F. alimentaires 2.1</b>	Sodium 3.0	Vitamine B3 0.3			
<b>Eau 84.3</b>	Fer 0.2	Vitamine B5 0.1			
	Cuivre $4.0 \times 10^{-2}$	Vitamine B6	$5.0 \times 10^{-2}$		
	Zinc $9.0 \times 10^{-2}$	Vitamine B9	$1.2 \times 10^{-2}$		
	Manganèse $3.0 \times 10^{-2}$	Vitamine E 0.5			

### 2.3. Variétés du pommier en Algérie

Les principales variétés de pommiers existants en Algérie se classent en trois groupes représentés dans le tableau (2)

**Tableau 2.** Besoin moyen en froid des principales variétés de pommier cultivées en Algérie (Chaouia *et al.*, 2003)

Groupe	Variété
Groupe1 : besoin en froid (400 à 600 heures de froid)	Liorca Anna Dorset golden
Groupe2 : besoin moyen en froid (600à800 heures de froid)	Golden Reine des reinettes
Groupe 3 : besoin en froid élevé (>800heures)	Star krimson

## 2.4. Exigences des cultures

### 2.4.1. Exigences pédologiques

Le pommier est capable de croître et produire des fruits dans une gamme de sols aux caractéristiques physiques et chimiques très variables. Il apparaît comme une espèce particulièrement plastique vis-à-vis des conditions du milieu. Le pommier préfère tout fois les sols de limon profond, fertiles et suffisamment bien drainés (EL Idrissi, 2014). Les sols argilo limoneux et argilo-sableux lui conviennent également des lors que le drainage est suffisant. Implanté dans des zones insuffisamment drainées, il peut être sujet à des mortalités lors d'années très pluvieuses (Chekroune, 2021). Notant que certaine port greffe sont plus sensibles que d'autres à l'asphyxie des racines. Le pommier est assez tolérant aux pH élevé (8,8.5) et au calcaire actif, pour vu qu'il ne soit pas en situation d'asphyxie. Sous notre climat, il est sensible au manque d'eau pendant l'été (Trillot *et al.*, 2001)

L'irrigation est pratiquement indispensable si l'on veut obtenir des récoltes satisfaisantes en quantité et en qualité. En effet, l'enracinement faible des porte-greffes actuels ne permet pas aux arbres d'utiliser une forte réserve utile dans les sols ou' celle -ci pourrait exister (EL Idrissi, 2014).

### 2.4.2. Exigences climatiques

L'aire de culture de pommier, est l'une des plus étendue que l'on connaisse pour une seule espèce. Au moyen orient, certains cultivars prospèrent sous un climat subtropical. On connaît également, des cultivars de pommiers capables de pousser dans des conditions circumpolaires. Bien mieux, une seule variété telle que *Golden Délicious* est cultivée en Europe, dans des conditions satisfaisantes des bords de la Méditerranée jusqu'au Danemark (Chekroune, 2021). La variété *Golden Délicious* constitue, cependant une exception, et la plupart des variétés de pommiers ont des exigences plus restreintes dont ITAFV, 2015il faut tenir compte au moment du choix variétal (El Idrissi, 2014).

- **Températures**

Les températures, jouent un rôle prédominant sur le développement du pommier, en rythmant le cycle de vie, mais également en influant sur la qualité du fruit. L'arbre peut résister, en repos végétatif, à des températures inférieures à -25 °C. Ses besoins en froid hivernal varient, selon les cultivars, de 1 000 à 1 600 heures (température <7°C) (Benmoussa, 2018).

Dans ce cas, il y a lieu de distinguer deux situations annuelles différentes, le repos de l'arbre et la période de végétation.

Selon EL Moatamid (1983), la dose de froid qu'exigent les bourgeons, pour entamer la période de croissance et développement est connue sous le terme : " Besoin en froid" qui est une caractéristique essentielle des espèces ligneuses des régions tempérées. Ce besoin est souvent évalué par une somme de froid, somme de températures inférieures à 7°C

C'est un élément important pour la compréhension de la répartition géographique des espèces à feuilles caduques. Le besoin en froid varie d'une variété à l'autre au sein de la même espèce (Tableau 3).

<b>Besoins en froid</b>	<b>Variétés de pommier</b>
<i>Faible (moins de 650 heures)</i>	<i>Hanna</i>
<i>Moyen (de 650 à 950 heures)</i>	<i>Royal Gala, Golden Délicious, Star crimson</i>
<i>Elevé (plus de 950 heures)</i>	<i>Golden Délicious, Star crimson</i>

Selon Lazaar (1987), A partir de l'évaluation des besoins en froid et des données climatiques, on peut faire la prévision de la date de levée, de dormance et celle de la floraison d'une variété donnée. Le manque de froid hivernal, est rencontré dans les climats à hiver doux. Selon de nombreux auteurs, la non satisfaction des besoins en froid d'un cultivar peut être Caractérisée par les symptômes suivants :

- ✓ Une chute des bourgeons floraux et végétatifs.
- ✓ Une feuillaison faible avec un manque de vigueur des rameaux.
- ✓ Une floraison tardive.
- ✓ Des fleurs déformées ayant peu de pollens.
- ✓ Un calibre et une maturité des fruits très hétérogènes,
- ✓ Un rendement et une qualité des fruits médiocres.

Après la levée de dormance par le froid hivernal, les bourgeons peuvent s'épanouir et fleurir lors d'un réchauffement du temps. Sous un même climat, ce sont donc les variétés à faible besoin en froid qui fleurissent les premières. A partir de ce moment les bourgeons floraux sont susceptibles de subir des dégâts de gel printanier si une nouvelle vague de froid survient causant

la destruction plus ou moins complète des fleurs, et des lésions durables sur les jeunes fruits. Les blessures engendrées par l'éclatement de cellules et des tissus consécutif à la formation de glace, constituent aussi une porte d'entrée pour les microorganismes (Bondoux, 1978).

- **Pluies**

Les pluies hivernales peuvent causer la formation de couches de glace en surface, lesquelles peuvent entraîner l'anoxie et des dommages physiques au système racinaire. De plus, la glace peut occasionner une plus grande pénétration du gel. Les précipitations journalières sous forme de pluie au cours de la période froide sont donc utilisées pour évaluer les risques de formation de couches de glace (Rochette *et al.*, 2004).

- **Vent**

Le facteur du vent a un rôle déterminant en culture fruitière : des vents forts et soutenus peuvent causer des dommages importants dans les vergers parce qu'ils peuvent gêner le travail des abeilles lors de la floraison, causer la chute d'une quantité importante de pommes avant la récolte, abîmer les fruits en les faisant se frotter les uns aux autres ou encore contre les branches. Les grands vents peuvent aussi des sécher les jeunes rameaux de l'année, les rendant ainsi plus sensible aux attaques de l'hiver. Les vents d'hiver, peuvent aussi déplacer la neige et ainsi dénuder la base des arbres les rendant ainsi plus vulnérable au gel des racines. Mais, il aide au séchage des feuilles et des fruits après la pluie, empêchant ainsi le développement de certaines maladies fongiques (Benmoussa, 2018).

- **Neige**

De fortes chutes de neige peuvent occasionner des dégâts aux installations paragrêles et entraîner des bris de branches. La chute exceptionnelle de neige en période de floraison provoque des dégâts importants (chute énorme des fleurs) (Benmoussa, 2018).

- **Gelées**

Les températures négatives sont sans effet sur le pommier en repos hivernal. Par contre, dès que l'arbre reprend sa croissance végétative, les bourgeons vont montrer une sensibilité croissante aux températures négatives. Les seuils critiques d'apparition de dégâts sont variables selon les stades phénologiques. Les pertes sont directes par chute du rendement ou indirectes par la présence de fruits non-commercialisables (craquelures, anneaux) (Benmoussa, 2018).

### **2.4.3. Exigences hydriques**

La quantité d'eau nécessaire au pommier pour sa croissance et sa production varie de 700 à 900 mm/an. Les besoins en eau du pommier en période de végétation (Mars à Septembre) seraient de 600 mm. Les besoins les plus forts se manifestent en Juillet-Août. (Trillot *et al.*, 2001).

## 2.5. Ravageurs et maladies du pommier

### 2.5.1. Ravageurs insectes

Le tableau suivant présente les principaux ravageurs insectes du pommier.

<b>Tableau 4. Principaux ravageurs insectes (Dib, 2010).</b>		
<b>Groupe</b>	<b>Nom français</b>	<b>Nom scientifique</b>
Lépidoptères	Le carpocapse	<i>Cydia pomonella</i> L.
	La tordeuse orientale	<i>Cydia molesta</i> Busck.
	La tordeuse de la pleure	<i>Adoxophya esreticulana</i> Hb.
	La tordeuse rouge des bourgeons	<i>Spilonota ocellana</i> F.
	La tordeuse pâle du pommier	<i>Pseudexentera mali</i> Freeman Archipsar
	La tordeuse du pommier	<i>gyrospilus</i> Walker
	La phalène brumeuse	<i>Operophtera brumata</i> L.
	La zeuzère	<i>Zeuzera pyrina</i> L.
	Le cossus gâte-bois	<i>Cossus cossus</i> L.
	La sésie du pommier	<i>Synanthedon myopae formis</i> Borkh.
	La mineuse du pommier	<i>Phyllonorycter blancardella</i> Fab.
	Le cémiostome du pommier	<i>Leucoptera malifoliella</i> Costa.
	L'hyponomeute du pommier	<i>Yponomeuta malinellus</i> Zeller
Hémiptères	Le puceron cendré du pommier	<i>Dysaphis plantaginea</i> Passerini.
	Le puceron vert non migrant du pommier	<i>Aphis pomi</i> De Geer.
	Le puceron vert migrant du pommier	<i>Rhopalosiphum insertum</i> Walker
	Le puceron lanigère du pommier	<i>Eriosoma lanigerum</i> Hausmann.
	Le puceron des galles rouges	<i>Dysaphis</i> spp.
	Le puceron vert des citrus	<i>Aphis spiraecola</i> Patch.
	La lygide du pommier	<i>Lygidea mendax</i> Reuter.
	La punaise terne	<i>Lygus lineolaris</i> Palisot de Beauvois.
	La cicadelle blanche du pommier	<i>Typhlocyb apomaria</i> McAtee.
	La cicadelle des rosiers	<i>Edwardsiana rosae</i> L.
	Le membracide bison	<i>Stictocephala bisonia</i> Kopp & Yonke.
	La cochenille ostréiforme	<i>Quadraspidiotus ostraeiformis</i> Curtis.
La cochenille virgule du pommier	<i>Lepidosaphes ulmi</i> L.	
Diptères	La mouche de la pomme	<i>Rhagoletis pomonella</i> Walsh.
	La cécidomyie des feuilles	<i>Dasyneura mali</i> Kieffer
Coléoptères	L'anthonome du pommier	<i>Anthonomus pomorum</i> L.
Hyménoptères	L'hoplocampe du pommier	<i>Hoplocampa testudinea</i> Klug.
Thysanoptères	Le thripscalifornien	<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande
Acariens	L'acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i> Koch
	L'acarien jaune	<i>Tetranychus urticae</i> Koch <i>Aculus</i>
	Le phytopte libre du pommier	<i>schlechtendali</i> Nalepa

### 2.5.2. Ravageurs vertébrés

Les ravageurs vertébrés peuvent être des oiseaux, des rongeurs ou même des cervidés.

**Les oiseaux** donnent des coups de bec aux pommes qui endommagent souvent les fruits exposés au sommet des arbres. Ils peuvent aussi endommager l'écorce des arbres nouvellement plantés. Se nourrir des nouveaux cultivars dans les vergers qui sont souvent plus tardifs (Hadbi, 2015).

**Les rongeurs** causent des dégâts à l'écorce des pommiers, particulièrement en hiver, qui stressent les arbres ou les tuent. Les campagnols et les souris endommagent l'écorce en se nourrissant, particulièrement en hiver. Les gauphres se nourrissent des racines, causant ainsi de lourds dégâts. Les marmottes font des ravages dans les pommiers, de l'écorce aux racines, quand elles creusent leurs terriers. Les castors et les porcs-épics sont d'autres ravageurs du pommier (Hadbi, 2015).

**Les lièvres** se nourrissent de la pousse terminale et des bourgeons à fleurs. Les gros lièvres de l'Ouest américain peuvent endommager les grosses branches (Hadbi, 2015).

**Les cervidés** se nourrissent des bourgeons et des pousses terminales tendres des pommiers. Il en résulte la perte de bourgeons floraux et, dans les cas plus graves, la déformation de l'arbre. Les dommages sont plus importants dans les nouveaux vergers à haute densité, où le broutage peut dévaster le verger. En frottant leur bois sur les petits arbres, les cerfs peuvent les endommager. Les chevreuils sont aussi un problème important dans les pépinières d'arbres fruitiers (Hadbi, 2015).

### 2.5.3. Maladies du pommier

Selon Dib (2010), les principales maladies du pommier sont les suivants (tableau 5)

**Tableau 5.** Principales maladies du pommier (Dib, 2010)

Groupe	Non français	Non scientifique
<b>Champignons</b>	La tavelure du pommier	<i>Venturiainaequalis</i> Cooke
	L'oidium.	<i>Podosphaera leucotri cha</i> Ell. & Ev
	Le chancre du collet	<i>Phytophthora cactorum</i> Lebert & Cohn
	La moniliose	<i>Monilia fructigena</i> Aderhold & Ruhl.
<b>Bactéries</b>	Le chancre européen	<i>Nectria galligena</i> Bresad
	Le feu bactérien	<i>Erwinia amylovora</i> Burrill
	Flétrissement des bouquets floraux	<i>Pseudomonas syringae</i> Van Hall
<b>Virus</b>	La mosaïque du pommier	<i>Genus ilarvirus</i>

## 2.6. Techniques de conservation de pomme

### 2.6.1. Technique de conservation en atmosphère contrôlé

Le procédé consiste à envelopper les denrées alimentaires avec un mélange gazeux présentant certaines propriétés protectrices et réactives susceptible de modifier son métabolisme, et à maintenir ce mélange gazeux grâce à un emballage de type film, plus ou moins perméable (CRCI., 2003).

### 2.6.2. Technique d'enrobage

D'après le CRCI. (2003), l'enrobage donne un brillant au fruit, voire une couleur, mais n'ont pas un effet physiologique important. Il y a trois types de sources :

- ✓ Sources végétales : les cires de carnauba, son de riz ou les huiles végétales.
- ✓ Sources animales : les laques en écailles ou la cire d'abeilles.
- ✓ Source industrielle : dérivées du pétrole avec la paraffine.

## 2.7. Importance économique du pommier

Le pommier est une espèce fruitière cultivée dans le monde entier, la pomme étant l'une des quatre plus grandes cultures fruitières avec la banane, le raisin et les agrumes (Chekroune, 2021). Le tableau suivant présente la production dans les principales zones du monde

Zone de production		Superficie(ha)	Production(T)	Rendement(T/ha)
Afrique	Algérie	40553	503303	1.24
	Maroc	48671	406379	8.34
	Egypte	29256	731454	25
Asie	Chine	2383905	44448575	18.64
	Japon	36800	765000	20.78
	Inde	314000	2872000	9.14
Europe	Pologne	177203	3604271	20.33
	France	49618	1819762	36.67
	Italie	56164	1843544	32.82
Amérique	USA	130552	4649323	35.61
	Chili	36063	1759421	48.787

En Algérie, la superficie occupée par le pommier est presque triplée pendant les dix dernières années avec une superficie consacrée environ 87248 ha en 2014

## 2.8. Généralités sur les pucerons

Les pucerons constituent un groupe d'insectes extrêmement répandus dans le monde. Ils sont apparus il y a environ 280 millions d'années (Hulle *et al.*, 1999). On connaît plus de 4700

espèces de pucerons dans le monde (Remaudière et Remaudière, 1997) dont 450 sont des ravageurs de plantes (Blackman et Eastop, 2000). Ils colonisent une grande variété de plantes ornementales et maraichères (Dedryver *et al.*, 2010) Il existe des espèces de pucerons qui vivent sur les parties supérieures de la plante et d'autres sur les racines. La plupart sont propres à une espèce végétale donc très spécifiques (monoxènes), mais certaines espèces de pucerons s'attaquent à une grande variété d'hôtes (hétéroxènes) (Fraval, 2006)

### **2.8.1. Systématique**

Les pucerons ou aphides font partie de l'embranchement des arthropodes, sous-embranchement de Mandibullata, Super-classe de Tracheata, classe d'Insecta. Selon Blackman et Eastop (2000), les pucerons appartiennent au super-ordre des Hémiptères, ordre d'Homoptères au même titre que les cicadeles, les Psylles, les Aleurodes ou les Cochenilles. Selon Remaudière et Remaudière (1997), les pucerons appartiennent au sous-ordre des Aphidinea, super-famille des Aphidoidea, la famille Aphididae qui est divisé en 12 Sous-famille comme *Aphidinae*, *Lachninae*, *Myzocallidinae* et autres et plusieurs Tribus tels que Aphidini, Macrosiphini, Tramini. La systématique des pucerons se résume comme suit :

<b>Embranchement:</b>	Arthropoda
<b>Sous- embranchement:</b>	Mandibullata
<b>Super-classe:</b>	Tracheata
<b>classe:</b>	Insecta
<b>Super-ordre:</b>	Hemiptera
<b>Ordre:</b>	Homoptera
<b>Sous-ordre:</b>	Aphidinea
<b>Super-famille:</b>	Aphidoidea
<b>Famille:</b>	Aphididae

### **2.8.2. Principales espèces du puceron ravageurs du pommier**

- **Puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea* – *Passerini*)**

C'est le puceron le plus nuisible pour le pommier. Il reste l'un des tout premiers ravageurs de cette culture. Il est très fréquent dans les vergers où la stratégie de protection doit être suivie avec beaucoup d'attention.

Dès le début du printemps, lorsque les premiers organes végétaux apparaissent à peine, les fondatrices, globuleuses, de 2,5 à 3 mm de longueur, issues des œufs d'hiver donnent naissance à plusieurs générations d'individus aptères. Celles-ci sont vert sombre à brun violacé recouvertes d'une poudre blanchâtre. Les antennes sont aussi longues que le corps. A l'automne, après accouplement, les femelles déposent 4 à 5 œufs d'hiver, noirs et brillants, isolément à la base des bourgeons ou dans les anfractuosités du bois de deux ou trois ans (Guerrieri et Digilio, 2008).

Selon Chekoun (2015), parmi les dégâts causés par cette espèce on peut citer que :

- ✓ Les jeunes feuilles, corymbes et ovaires sont piqués, ce qui génère rapidement des déformations et enroulements importants des feuilles, pouvant également déformer les rameaux et les jeunes fruits de façon irréversible.
- ✓ Les attaques progressent rapidement par foyers sur les extrémités des pousses, provoquant l'arrêt de la croissance.



**Figure 6.** Dégâts causés par pucerons cendrés (1 : Colonie sur une pousse de pommier et enroulement des feuilles, 2 : Pommes déformées suite à des piqûres précoces de pucerons cendrés)

- **Puceron vert du pommier (*Aphis pomi* – De Geer)**

Souvent présent sur pommier, il peut être dangereux en cas de pullulation. De forme ovale et globuleuse il est de couleur verte avec les cornicules noires. Les pattes et les antennes sont plus sombres à leurs extrémités. Les formes ailées présentent de petites taches noires circulaires sur les segments abdominaux antérieurs ainsi qu'une tache hémicirculaire en avant et en arrière de chaque cornicule. Les œufs d'hiver, noirs et brillants, de forme ovale, sont pondus à l'automne en grand nombre et regroupés en amas sur les extrémités des jeunes rameaux.

Selon Linder *et al.* (2018), les dégâts causés par ce puceron sont :

- ✓ Les piqûres entraînent un affaiblissement des pousses.
- ✓ En cas de forte présence, les fruits peuvent être salis par les exsudats de miellat sur lesquels se développe la fumagine.
- ✓ Les colonies recouvrent la face inférieure des jeunes feuilles sans les enrouler dans un premier temps. Les prédateurs et parasitoïdes sont nombreux.



**Figure 7.** Dégâts causés par le pucerons verts (3 : pucerons sur une pousse de pommier, 4 : Colonie de pucerons verts sur une pousse de pommier)

- **Puceron lanigère du pommier (*Eriosoma lanigerum* – Hausmann)**

Ce puceron est de longueur de 2 à 4 mm, de couleur brun marron et couvert d'une sécrétion cireuse de filaments blanchâtres plus ou moins enchevêtrés (Linder *et al.*, 2018).

En Amérique d'où il est originaire, il se développe sur l'orme américain, le pommier n'étant que l'hôte secondaire. En Europe, en l'absence de son hôte primaire, ce ravageur ne se développe que sur les rosacées ligneuses dont le pommier fait partie. En partant de la base des troncs, les pucerons envahissent peu à peu les charpentières puis les rameaux, protégés par une abondante production de cire blanche et laineuse.

Aucun dégât n'est observé sur feuille, le puceron lanigère ne s'attaque qu'aux parties ligneuses. Les blessures dues au gel, à la grêle, aux plaies de taille, sont des abris naturels pour l'hivernation de ce ravageur qui redevient actif dès le début du printemps en recolonisant les parties aériennes de l'arbre. Ses piqûres nuisent à la croissance de l'arbre et provoquent des galles sur les jeunes rameaux. Celles-ci entravent la circulation de la sève, affaiblissent les branches et peuvent provoquer des tumeurs chancreuses (Linder *et al.*, 2018).

Depuis 1920, son principal antagoniste a été introduit en France. *Aphelinus mali* est un micro hyménoptère qui peut contrôler efficacement le développement du ravageur.



**Figure 8.** Dégâts causés par le puceron lanigère (5 : Colonie active du puceron lanigère sur des pousses de pommier, 6 : Colonie du puceron lanigère sur une branche de pommier - Les pucerons noirs sans laine et avec un trou ont été parasités par *Aphelinus mali* -)



# **PARTIE EXPÉRIMENTALE**

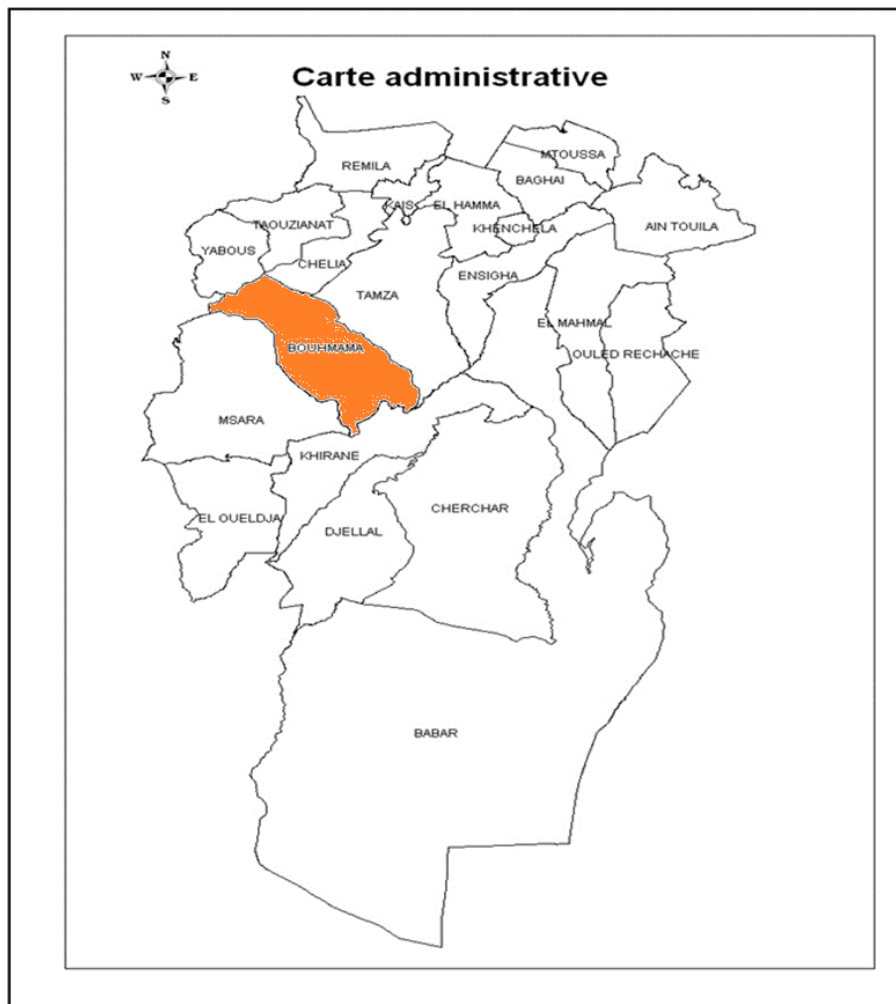
### 3. Partie expérimentale

#### 3.1. Matériel et méthodes

##### 3.1.1. Situation géographique de la commune de Bouhmama

La commune de Bouhmama est située dans la partie Nord-Ouest de la wilaya de Khenchela et dans la partie Est des Aurès. Cette commune située entre 39°06'25", 39°30'25" Nord et 4°86'10", 5°1'75" Est. Elle s'étale sur une superficie totale de 409 km<sup>2</sup>, soit 4,20 % du territoire de la wilaya de Khenchela. Elle se limite (DPAT, 2018) :

- ✓ Au Nord-Ouest par les communes d'Inoughissen (Batna) et Yabous ;
- ✓ Au Nord-Est par la commune de Chélia ;
- ✓ À l'Est, par la commune de Tamza ;
- ✓ À l'Ouest, par la commune de M'Sara ;
- ✓ Au Sud, par la commune de Kheirane (Figure 9)



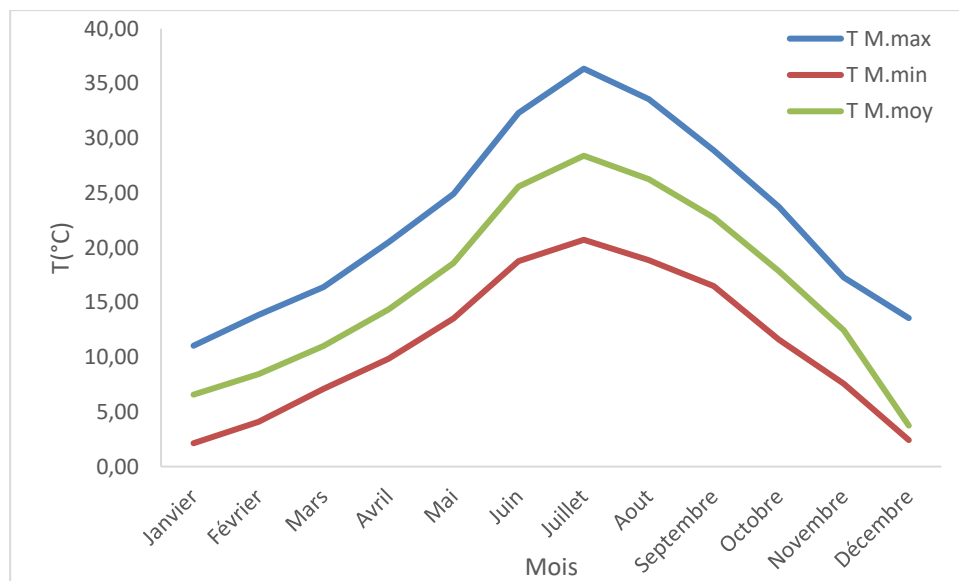
**Figure 9.** Localisation de la commune de Bouhmama (DSA. )

### 3.1.2. Caractérisation climatique

Climatologie de la zone d'étude Pour étudier le climat de la zone d'étude, nous avons exploité des données recueillies au niveau de la station météorologique d'El Hamma gérée par l'office national de la météorologie, et dont la période d'observation va de 2014 à 2023 pour la station d'El Hamma, a servi pour l'évaluation des facteurs du bilan.

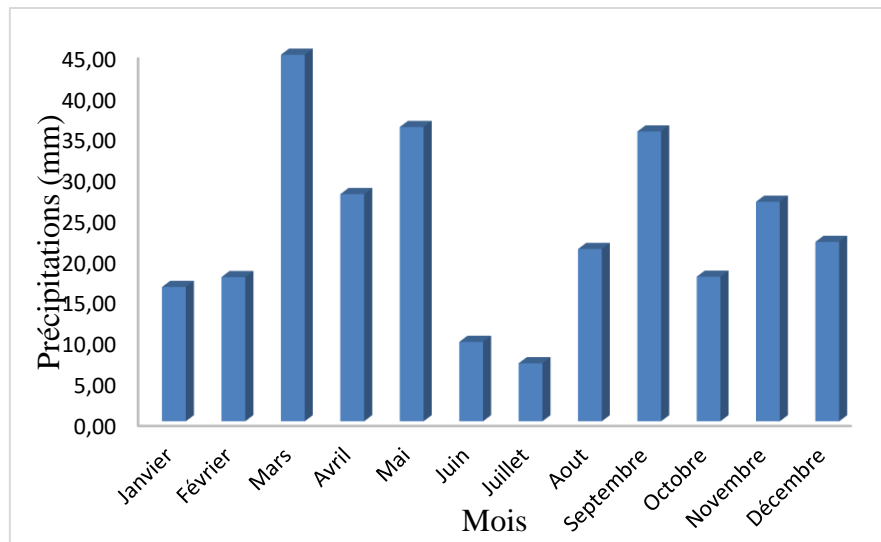
**La température** est un facteur physique fondamental dans les milieux aquatiques superficiels et terrestres. Elle conditionne grandement la répartition des organismes végétaux et animaux et influence l'activité physique des êtres vivants. Elle contrôle aussi l'évolution et la transformation dans le milieu aquatique, de nombreux facteurs chimiques dont l'oxygène dissous, facteur indispensable aux organismes aquatiques. Les variations de température influent en particulier sur la dynamique des populations de crustacés (Ounissi et Ounissi, 2022)

La figure (10) représente les variations mensuelles des températures sur une période de 10 ans, à partir du graphique, on remarque que le mois le plus froid c'est le mois de Décembre avec une valeur de température moyenne basse de l'ordre de 3.74 °C, le mois le plus chaud dans la région d'étude est celui de Juillet avec une moyenne maximale de 36.36 °C.



**Figure 10.** Températures moyennes maximales, moyennes et minimales de la région de Khenchela (2014-2023) -station météorologique d'El Hamma-

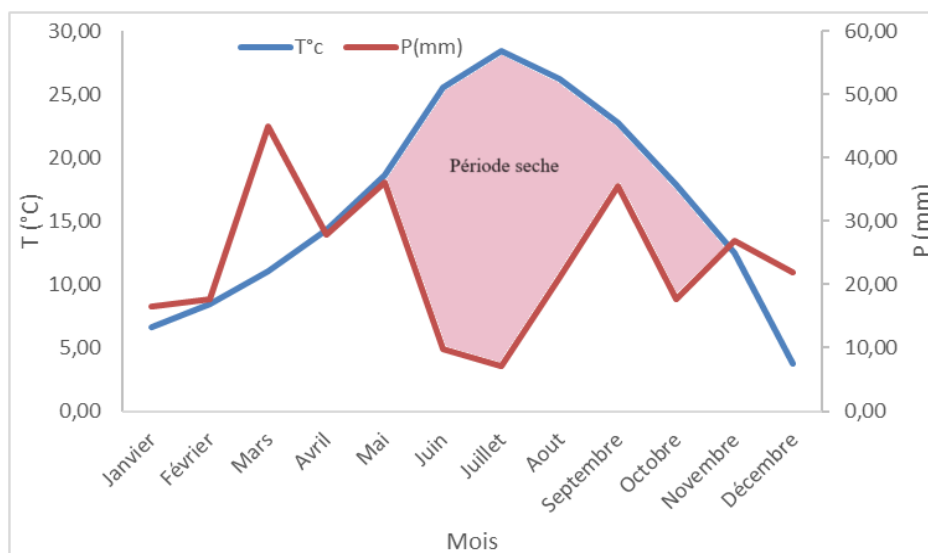
**Les précipitations**, et quel que soit leur nature (pluie, grêle, neige ou autre forme de condensation), jouent un rôle essentiel dans l'alimentation des nappes souterraines et aussi dans le comportement hydrologique des cours d'eau de la région. L'altitude et l'éloignement de la mer de la zone d'étude des stations d'observation, sont les principaux facteurs qui constituent la répartition dans l'espace et le temps de pluie. La variation mensuelle des précipitations sont données dans la figure (11).



**Figure 11.** Précipitations moyennes mensuelles de la région de Khenchela (2014-2023)  
-station météorologique d’El Hamma-

Le mois le plus pluvieux est le mois de Mars avec une moyenne de 44.87 mm et celui le plus sec est le mois de juillet qui enregistre une moyenne de 7.10 mm.

Les diagrammes Ombrothermiques fournissent une représentation graphique des relations entre la température et précipitations au cours de l’année, permettant d’identifier les conditions climatiques favorables ou défavorables pour la culture pommier. L’analyse du diagramme ombrothermique de Khenchela indique que la période sèche s’étale de mi-Mai à la fin d’Octobre



**Figure 12.** Diagramme ombrothermique de la région de Khenchela (2014-2023)  
-station météorologique d’El Hamma-

### 3.1.3. Présentation de la zone d’étude

- Critères de choix des stations

Le travail expérimental a été mené dans un verger entouré de montagnes et qui sont situés dans la région de bouhmama. Le choix de ce verger repose sur les critères suivants :

- ✓ Accessibilité au terrain.
- ✓ La diversité floristique de verger choisi laisse supposer une diversité faunistique et plus particulièrement.

- **Site d'étude**

Le recensement des espèces de pucerons a été réalisé au niveau de trois (03) vergers différents.

- ✓ Dans le premier verger (V1) (Le verger principal de Mr Nasri situé à bouhmama-coopérative Apple-), 8 sorties ont été effectuées.
- ✓ Dans les deux autres vergers, dans le deuxième (V2) (35°22'26.0" latitude Nord et 6°46'07.7" longitude Est Timadlcin) et le troisième (V3) (verger Mr Achika Yabous), une seule sortie de prospection a été réalisée afin de déterminer les espèces de pucerons sur les feuilles des arbres.

Le verger principal est situé au chef-lieu de la Daïra de Bouhmama et à 50 Km de Khenchela. Il s'élève à 1406 m et d'une superficie de 1500 m<sup>2</sup>. Il comprend au total 256 arbres de pommiers plantés depuis 1990 dont la variété Golden délicious est la plus dominante représentant 147 arbres. Les arbres sont en forme libres, distants de 4 m sur 5 m. Il est entouré par une ligne de brise vent, composée de cyprès *Cupresus sempervirens*. Le sol du verger est de texture argileuse, peu salée, calcaire et moyennement riche en matière organique.

Le calendrier des différentes techniques culturales utilisées dans le verger d'étude est répertorié dans le tableau (7).

Les travaux d'entretien sont pratiqués chaque année sur ce verger à savoir l'irrigation, la taille, désherbage chimique et fertilisation du sol en utilisant des fumures organiques et des engrais une fois au mois de Novembre. Les traitements chimiques contre les bioagresseurs cibles sont effectués chaque année à raison de 3 interventions chimiques par année.

**Tableau 7.** Techniques culturales appliquées dans le verger durant la campagne agricole (23/24).

Renseignements / Technique appliquée	Verger de pommier variété Golden Delicious
<b>Préparation du sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Labour pour préparer le sol : à 20 cm de profondeur par une charrue à disque</li> <li>➤ Labour pour préparer la plante/ bande de l'arbre : à 15 cm de profondeur par une charrue à soc</li> </ul>
<b>Fertilisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Avant l'arrosage : 1kg/m de MAP (phosphate mono-ammonique)</li> <li>➤ Avec l'arrosage : 100g/m de NPK 20-20-20 (azote, phosphore et potassium)</li> </ul>
<b>Irrigation</b>	L'irrigation en système goutte à goutte, son application commence au début de mois de mai, avec un rapport d'une fois par semaine
<b>Taille</b>	La taille des arbres de pommier commence en automne, entre février et mars
<b>Traitements phytosanitaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Au début de mars :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Huile blanche : 10 L /400 L d'eau, contre l'acarien rouge et le pou de San José</li> <li>✓ Pyral : 600 mL /400 L d'eau, contre les pucerons, le carpocapse et les cochenilles</li> <li>✓ Soufre : 3 kg / 400L d'eau, contre l'oïdium et la tavelure</li> </ul> </li> <li>➤ <b>Au début d'avril jusqu'à la fin d'août :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Stropy : 80g /400 L d'eau contre l'oïdium</li> <li>✓ Mospilan : 100g /400 L d'eau, contre les pucerons</li> <li>✓ Voliam Flexi : 250g /400 L d'eau, contre le carpocapse</li> <li>✓ Movento : 250g /400 L d'eau, contre la tavelure</li> <li>✓ Confidor : 250g /400 L d'eau, contre la mouche blanche et les pucerons</li> <li>✓ Tucson : 200 g / 400 L d'eau, contre l'acarien rouge</li> </ul> </li> </ul>

• **Description des techniques d'échantillonnage appliquées**

Les insectes recensés sur deux niveaux : pièges jaunes et feuilles et rameaux

✓ **Pièges colorés**

La cuvette jaune est un piège qui permet d'attirer et capturer certains insectes. La fonction attractive est exercée par la couleur jaune, à laquelle certains groupes d'Arthropodes sont sensibles (Riba et Silvy, 1989). Les assiettes jaunes utilisées en générale sont des récipients profonds d'environ 10 cm, en matière plastique de 15 cm de diamètre, ces assiettes ont été remplies d'eau additionnée à un détergeant.

✓ **Matériel végétal examiné**

Constitué de feuilles, pris au hasard sur des arbres de pommier. Nous avons également utilisé un sécateur pour la coupe des rameaux.

✓ **Matériel de conservation**

Il est composé de sachets en plastiques pour la conservation des feuilles attaquées par le puceron ainsi que des tubes à essai contenant de l'alcool à 70 % pour la conservation des individus piégés et sacs en papier pour la collecte des feuilles saines de pommier

✓ **Au laboratoire**

Les échantillons ramenés au laboratoire sont contrôlés sous la loupe binoculaire pour le triage et le comptage des insectes. Ces derniers sont conservés dans des flacons contenant de l'alcool à 70 % jusqu'à leur identification. Les insectes de taille moyenne à grande, sont fixés et étalés pour les préparer par la suite à l'observation et à l'identification. Les insectes identifiés sont rangés dans des boîtes de collection et gardés au laboratoire d'entomologie. Le matériel utilisé consiste en : Boîtes de pétri, pinces et pinceau, spatule ; papiers filtres et buvards ; et en plus :

- Loupe binoculaire pour le triage, comptage et détermination des insectes.
- Matériel de montage
- Capsules en verre, plaque chauffante, lames et lamelles.
- Epingles entomologiques (Utilisées pour la fixation des insectes).
- Boîtes de collection (Utilisées pour la préservation des espèces d'insectes après leur détermination).

• **Dispositif expérimental**

L'installation **des pièges** permet de suivre l'activité de vol des différentes espèces et de savoir précisément quelles sont les périodes de l'année pendant lesquelles cette activité aura lieu. Pour l'expérimentation, nous avons adopté pour le verger d'étude 4 bacs jaunes en plastiques remplis aux deux tiers de leur hauteur d'eau savonneuse (Figure 13). Nous récupérons à chaque fois ce qui trouve dans le piège pendant la période d'attente dans des Dedryver *et al.*, 2010 l'alcool pour garder la forme des espèces trouver ; ensuite nous l'emmenons au laboratoire pour l'identifier.

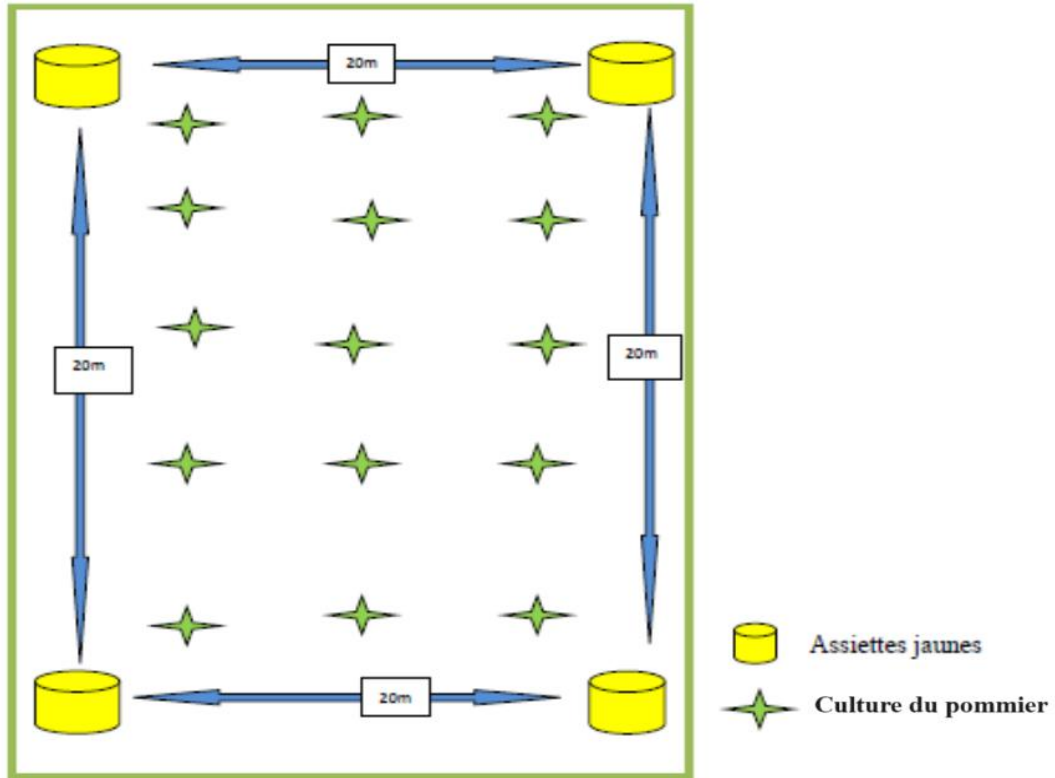


Figure 13. Plan expérimental du placement des pièges jaunes dans le centre du verger d'étude

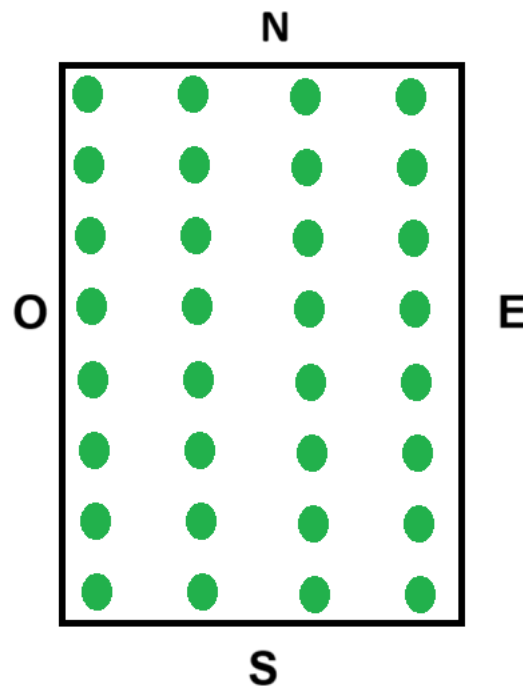


Figure 14. Quatre directions de prélèvement des pucerons et leurs auxiliaires sur le verger du pommier

Pour le prélèvement des pucerons et leurs ennemies sur les feuilles des arbres de pommier, Nous sélectionnons au hasard quelques arbre (10%) du verger dans chaque direction : Nord ;

Sud ; Ouest et Est ; ensuite deux branches par direction ont été examinées et sur chaque branche des deux, six feuilles ont été prélevées puis les pucerons (larves et adulte) et leurs auxiliaires ont été mis dans des sacs de congélation avec les étiquettes pour écrire la date de sortie et la direction la même procédure a été adaptée dans chaque sortie.

- **Identification des pucerons**

Selon Leclant (2000), la détermination des aphides se base sur la morphologie des formes aptères et ailées, il s'agit généralement des caractères morphologiques relativement précis à savoir :

- ✓ La pigmentation et l'ornementation de l'abdomen ;
- ✓ La forme, la couleur et la longueur du corps ;
- ✓ La forme du front et des tubercules frontaux ;
- ✓ La forme et la longueur des antennes ;
- ✓ La forme et le nombre des articles antennaire ;
- ✓ Le nombre des sensorias primaires et secondaires sur les antennes ;
- ✓ La nervation des ailes spécialement la nervure médiane et la bifurcation ;
- ✓ La forme et la longueur des cornicules ;
- ✓ La forme de la queue et le nombre des soies caudales ;
- ✓ La présence de tache et de plaque de cire

L'identification des espèces de puceron a été faite par Dr Gagui Fatima enseignante au sein de l'université de Abbès Laghrour Khenchela.

#### **3.1.4. Etude statistique**

Pour mieux présenter les résultats obtenus, l'ensemble des données ont été exposées à un test t de Student (comparaison des moyennes des échantillons appariés) des directions de prélèvement avec 4 niveaux des feuilles (Nord, Sud, Est et Ouest). L'étude statistique a été faite à l'aide d'un logiciel Minitab 18.

### 3.2. Résultats et discussions

#### 3.2.1. Espèces de pucerons ravageurs de pommier

Comme il a été décrit dans le chapitre Matériel et Méthodes, le recensement des espèces de pucerons a été réalisé au niveau de trois (03) vergers différents (Verger principal et deux autres de prospection en vue de déterminer les espèces de pucerons sur les feuilles des arbres.

Suivant les résultats du Tableau (8), nous avons inventoriées 2 espèces de pucerons. Ces deux pucerons sont considérés comme ravageurs primaires du pommier.

**Tableau 8.** Systématique et répartition des deux espèces recensées dans les vergers d'étude

Ordre	Famille	Espèce	Bouhmama (V1)	Timadlcin (V2)	Yabous (V3)
Homoptera	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	1363	2	322
		<i>Dysaphis plantaginea</i> (Passerini, 1860)	0	234	0

Le verger de Timadlcin englobe les 2 espèces du fait semble le moins diversifié par rapport aux deux autres vergers (V1 et V3). L'espèce *A. gossypii* est dominante en effectif dans les deux vergers (V1 et V3), la supériorité d'individu observée dans le verger de Bouhmama est liée au nombre de sorties réalisé au niveau de ce verger.

#### 3.2.2. Description des espèces inventoriées

- **Aphis gossypii**

Appelé également : puceron du melon et du cotonnier. Ce puceron de la famille des Aphididae est de petite taille (1 à 2 mm), plus petit que la plupart des autres pucerons. Il a un aspect globuleux et est généralement de couleur vert bouteille, entre le jaune et le vert foncé. Les individus de morphe ailé sont généralement plus petits (Dixon, 1987) et le plus souvent ont un corps généralement vert à vert foncé avec des antennes courtes (de la dimension du corps). L'abdomen est muni de sclérites marginaux. Les cornicules sont noires et plus courtes que chez les aptères. La cauda est pigmentée et plus claire que les cornicules. Les aptères ont un corps jaunâtre à vert sombre. Ils ont une longueur de 1,2 à 2,2 mm. Les antennes sont jaunes pâles. Le prothorax porte des tubercules latéraux très développés. Les cornicules sont très foncées et la cauda plus pâle (Glover, 1877).

Type de colonies : Colonies denses sur la face inférieure des feuilles, individus de jaune à vert sombre. (Hullé *et al.*, 1999).



1 2  
**Figure 15.** *Aphis gossypii* (1 : aptère, 2 : ailés) (Hullé *et al.*, 2012)

- *Dysaphis plantaginea*

Le puceron cendré du pommier, , est un insecte ravageur, piqueur/suceur, qui se nourrit de la sève des pommiers (*Malus domestica*). C'est l'espèce de puceron la plus fréquemment rencontrée dans les vergers de pommiers mais aussi celle qui présente la plus forte nuisibilité. Il attaque les jeunes feuilles et les rameaux en début de printemps et perturbe la croissance de ces organes, et peut même impacter le développement des fruits. De 2 à 3 générations se succèdent au printemps, pour un total de 6 à 8 générations sur la campagne. Les fondatrices mesurent de 2 à 3 mm de long et sont de forme globuleuse. Elles sont de couleur vert olive à brun violacé et sont recouvertes d'une couche pulvérulente blanchâtre. Les adultes ailés sont noirs avec une tache sur l'abdomen. Ils ont de longs cornicules marron foncé et une cauda très courte et conique.

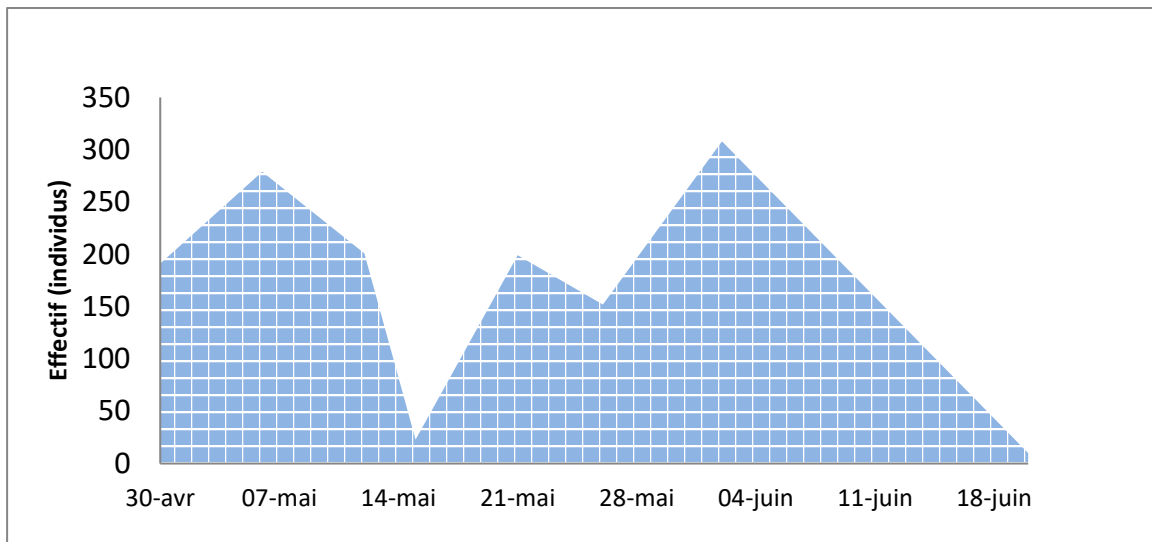


**Figure 16.** *Dysaphis plantaginea* (<https://ascenza.fr/2023>)

### **3.2.3. Dynamique de la population d'*A. gossypii* dans le premier verger**

Le suivi de la dynamique d'*A. gossypii*. est donné dans la figure (17). Cette espèce a un effectif total de 1363 individus échantillonnés sur les feuilles.

L'interprétation de cette figure, indique l'apparition des premiers individus avant le 30 Avril, après cette date le nombre d'individus subi à une augmentation qui arrive à 279, puis une diminution jusqu'au 23 inds au troisième prélèvement (14 Mai). Cette diminution est due probablement soit au premier apport du pesticide soit aux conditions climatiques défavorables le jour de prospection. Après cette diminution le nombre d'individus augmente d'une façon progressive et il atteint 308 inds au début Juin (04 Juin), puis une diminution progressive jusqu'au 20 Juin où le nombre atteint la valeur minimale 10 inds. Les résultats obtenus concordent avec ceux obtenus par Bakroune (2012), où il a trouvé qu'à partir du 25.04.2011, une chute brutale des populations des ailés a été observée pour atteindre un minimum de 02 individus vers le 02 mai. Les pullulations reprendront en mai et juin mais sans dépasser le seuil de 202 individus.



**Figure 17.** Evolution des effectifs en nombre d'individus de l'espèce ravageur *A. gossypii* sur les feuilles.

### 3.2.4. Comparaison des moyennes de la population d'*A. gossypii* mesurées sur les différentes directions des feuilles

Le tableau (09) et la figure (18) représente les données de l'analyse de la population d'*A. gossypii* suivant les 4 directions d'échantillonnage.

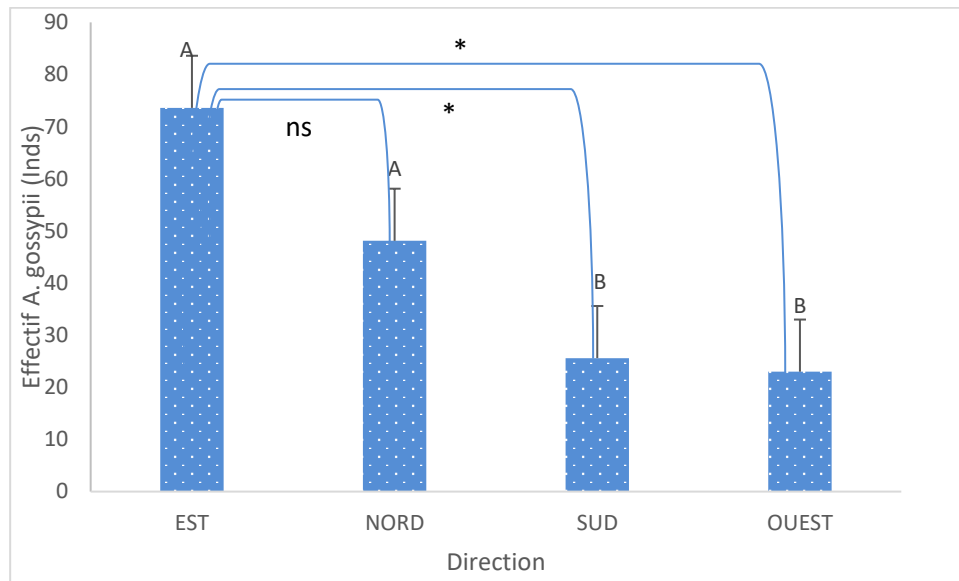
L'étude des moyennes des individus de l'espèce *A. gossypii* a été faite au niveau des quatre directions de la feuille. L'effet direction est significatif sur le nombre de pucerons, avec une probabilité de 0.047 (Tableau 9).

**Tableau 9.** Résultats de la comparaison des moyennes des échantillons appariés des 4 directions

	<i>Est</i>	<i>Ouest</i>	<i>Nord</i>	<i>Sud</i>
<b>Moyenne</b>	73.63	23.00	48.13	25.63
<b>Variance</b>	5603.98	2528.00	4870.13	1940.55
<b>N</b>	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>Statistique t</b>	1.93		0.74	
<b>P(T&lt;=t) unilatéral</b>	0.04		0.24	
<b>Valeur critique de t (unilatéral)</b>	1.89		1.89	
<b>P(T&lt;=t) bilatéral</b>	0.10		0.48	
<b>Valeur critique de t (bilatéral)</b>	2.36		2.36	

La comparaison des moyennes des quatre directions indique que les directions ouest et Sud marque les plus faibles nombres d'individus de l'espèce *A. gossypii* (avec des moyennes

d'e 23 et 25.6 inds respectivement) comparativement au deux autres directions (Est et Nord) qui semblent plus peuplier par cette espèces (73.6 et 48.1 inds respectivement) (Figure 18).



**Figure 18.** Effet moyen de la direction de prélèvements des pucerons (*A. gossypii*) sur le verger du pommier

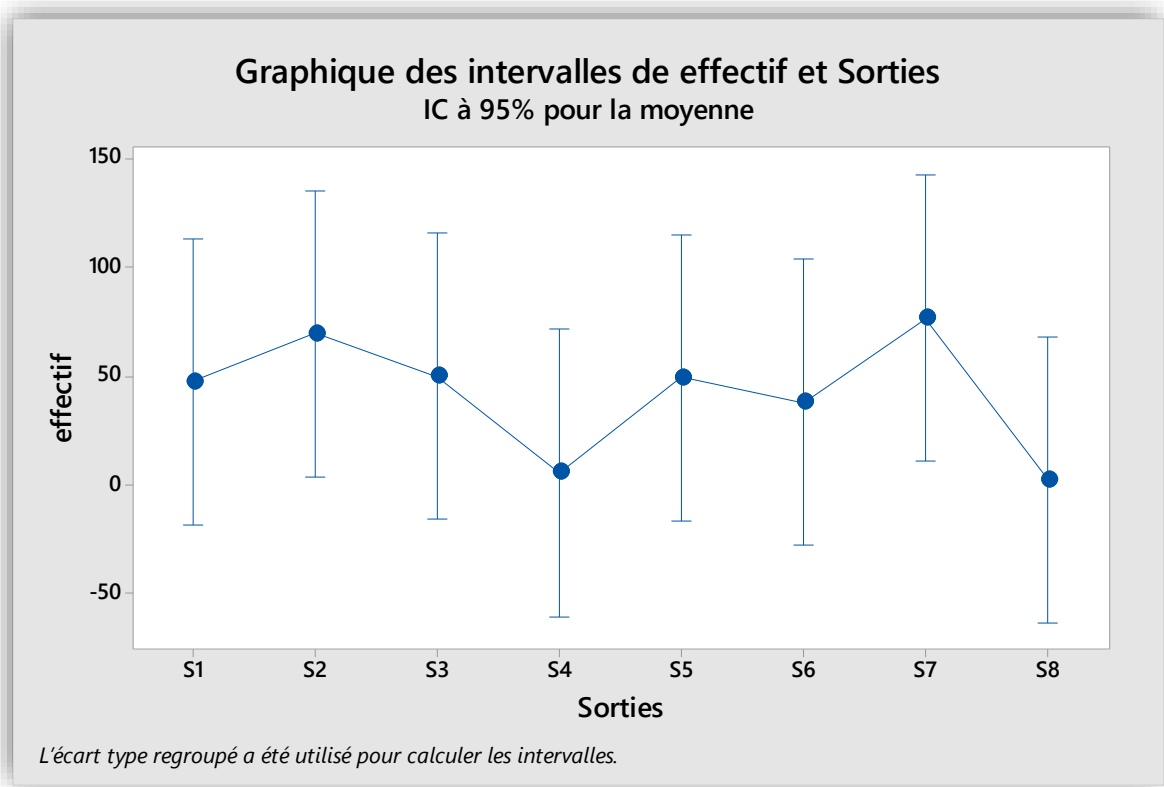
### 3.2.5. Comparaison des moyennes de la population d'*A. gossypii* mesurées dans le temps sur les feuilles du pommier

L'effet temps ou dates de prélèvement est non significatif sur le nombre d'individus inventoriés. Cela est due aux variations importantes entre les différentes directions ce qui a augmenté l'erreur et infectant ainsi la signification des différences entre les moyennes des différentes dates ( $P=0.09$ )

Le tableau (10) et la figure (19) représente les données de l'analyse temporelle de la population d'*A. gossypii* en fonction des 8 sorties réalisées.

<b>Tableau 10.</b> Résultats de la comparaison des moyennes des échantillons appariés des 8 sorties		
	<i>S7</i>	<i>S8</i>
<b>Moyenne</b>	77	2.5
<b>Variance</b>	8505.3	25
<b>Observations</b>	4	4
<b>Statistique t</b>	1.64	
<b>P(T&lt;=t) unilatéral</b>	0.09	
<b>Valeur critique de t (unilatéral)</b>	2.35	
<b>P(T&lt;=t) bilatéral</b>	0.19	
<b>Valeur critique de t (bilatéral)</b>	3.18	

La comparaison des moyennes entre les 8 sorties a été faite en prenant compte seulement entre la plus grande valeur 77 inds, enregistrée dans la sortie 7, et la plus faible valeur 2.5 inds, valeur obtenue dans la dernière sortie (Tableau 10).



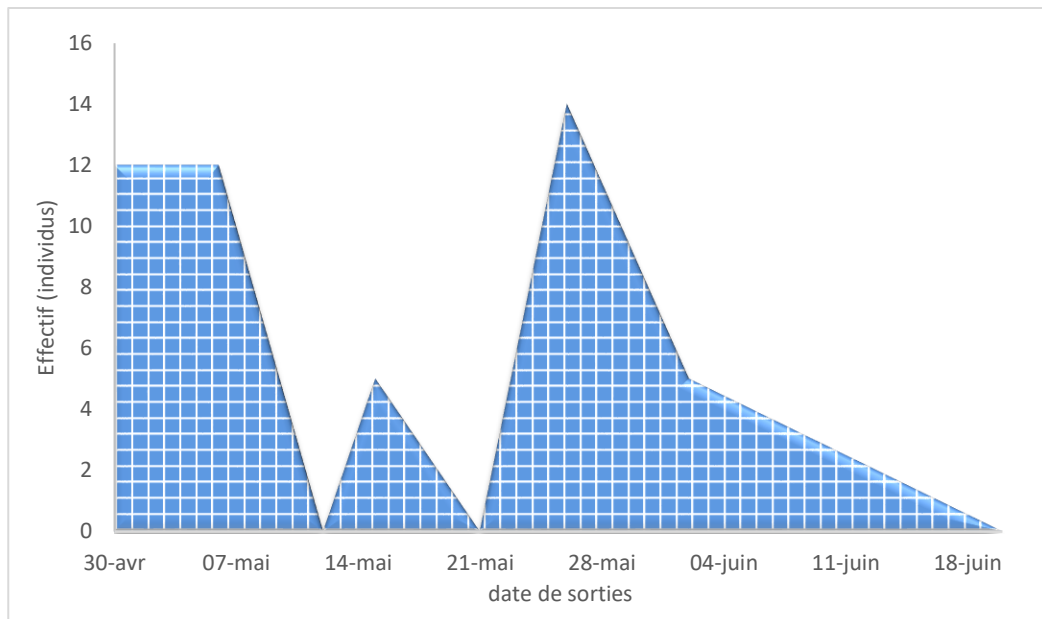
**Figure 19.** Variations temporelles de la population de sur les feuilles de pommier

### 3.2.6. Présentation des résultats d'*A. gossypii* parasité

L'utilisation d'ennemis naturels pour lutter contre les pucerons offre toute une série d'avantages et permet de résoudre efficacement des problèmes tels que la résistance des pucerons, la pollution de l'environnement, l'excès de résidus agricoles et l'empoisonnement des hommes et des animaux associés aux méthodes de lutte chimique (Lili *et al.*, 2023).

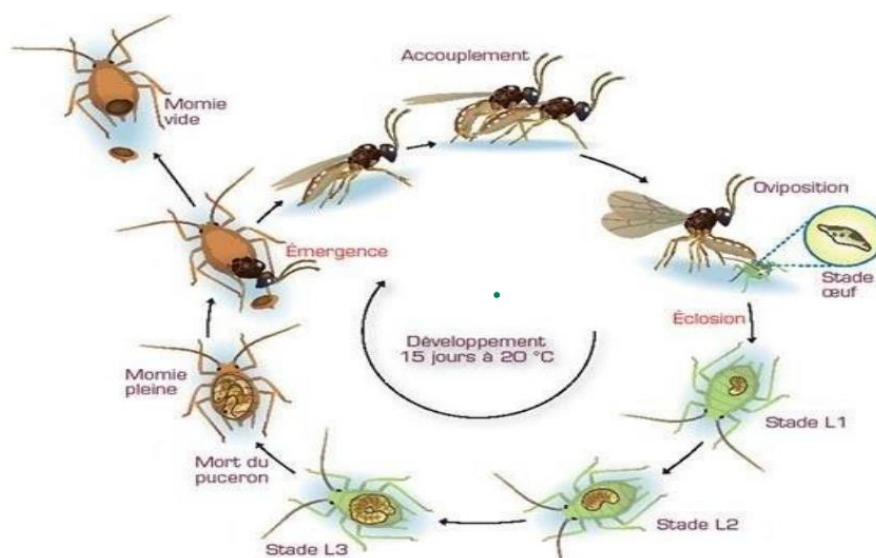
Dans la figure (20), les pucerons parasités ont été présentés en nombre d'individus. Malheureusement, on n'a pas pu identifier les espèces Hyménoptères parasitoïdes, car nous n'avons pas signalé aucune sortie de ces espèces à partir des momies récoltées. L'effectif total est 48 individus parasités.

La lecture de la figure (20), montre que les variations des individus des pucerons parasités est presque identique à celle des individus de pucerons totaux. Enregistrant ainsi deux pics (le premier situé entre 14 et 21 mai et le deuxième en 28 mai) en plus d'un large sommet en début d'étude entre 30 avril et 7 mai (Figure 20).



**Figure 20.** Effectif en nombre d'individus d'*A. gossypii* parasités par des Hyménoptères parasitoïdes échantillonnés sur les feuilles.

L'activité des parasites est très importante au printemps et coïncide avec les fortes pullulations des pucerons sous serres où les températures ne dépassent pas 30°C avec une humidité relative de 29 % (Bakroune, 2012). Saighi (1999). Stray (1970), signalent que l'humidité relative est extrêmement liée aux températures ; ils ajoutent qu'une faible humidité associée à de températures élevées affecte considérablement la vie des insectes et leur succès productif. Par ailleurs, Abraham (1971) cité par Langer *et al.* (2004), a démontré que les températures modérées associées à des taux d'humidité compris entre 25 % et 90% favorisent l'activité des parasitoïdes.



**Figure 21.** Mode de vie d'un parasitoïde (Goubault, 2003)

L'intérêt de ce parasitoïdes du puceron réside dans le fait que ces Hyménoptères insèrent un œuf dans le corps de puceron. La larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort. La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (Figure 21) (Powell et Pell, 2007).

### 3.2.7. Systématique et suivi des deux espèces de coccinelles recensées

Les études de Coutin (2007) et Michaud (2012) confirment que les coccinelles constituent un groupe entomophage susceptible de jouer un rôle important dans la réduction des populations de pucerons durant tous les stades de leur vie, elles restent d'excellentes prédatrices d'agents de lutte biologique contre des pucerons.

Les deux espèces prédatrices aphidiphages de coccinelles sont récoltées dans les pièges jaunes (Tableau 11) et leur variation est présentée dans la figure (22).

<b>Tableau 11. Systématique et effectif en nombre des deux espèces prédatrices</b>			
<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>	<b>Espèce</b>	<b>Effectif (individus)</b>
<b>Coleoptera</b>	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	13
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	12

L'identification des coccinelles indique la présence de deux espèces *Coccinella septempunctata* et *Hippodamia variegata*.

Les variations d'abondance de coccinelles sur les pommiers au cours de la saison ont semblé être liées à l'abondance de pucerons sur ceux-ci (Figure 22). Pour l'espèce *Coccinella septempunctata*, le nombre d'individus commence par un pic avec un effectif de 8 inds, puis une chute brusque jusqu'à la disparition totale de cette espèce du période qui s'étale du 14 mai au 04 juin avec l'apparition d'un individu. La période de disparition concorde la période d'utilisation des pesticides, ce qui probablement due au fait toxique du pesticide ou encor la disparition des pucerons. Selon dès que les pucerons se faisaient plus rares, les coccinelles quittaient les pommiers (Morin et Chouinard, 2014).

En ce qui concerne l'espèce *Hippodamia variegata*, et au cours de huit sorties, le nombre d'individus de cette espèce subi à des fluctuations entre apparition/ disparition, enregistrant ainsi trois pics (entre 07 et 14 mai, en 21 mai et en 04 juin) (figure 22.).

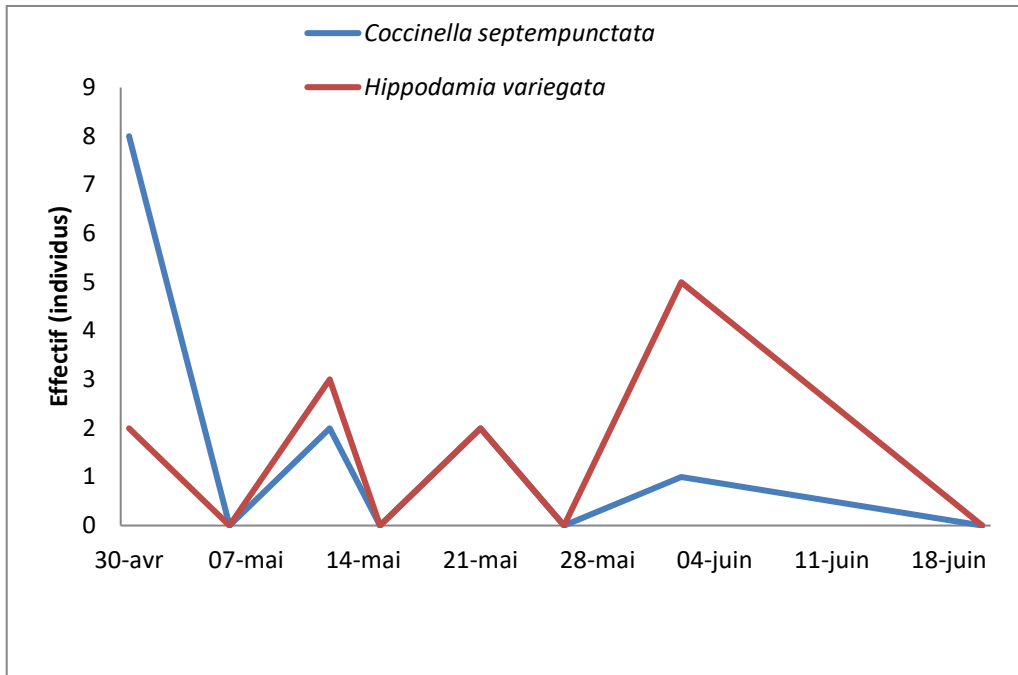


Figure 22. Dynamique des populations les deux espèces aphidiphages recensées.



**CONCLUSION**

## **Conclusion**

L'étude a été réalisée dans trois vergers du pommier, le premier situé à bouhmama et appartenant à la coopérative Apple et deux autres vergers prospectés en vue de déterminer les espèces de pucerons sur les feuilles des arbres situés à Temadlcen et yabous respectivement. La région d'étude est soumise à un climat semi-aride, caractérisée par un hiver froid et un printemps pluvieux et un été chaud et sec.

Au terme de ce travail, on a pu recensé 1363 inds de l'espèce *A. gossypii* dans le verger de bouhmama et 322 inds de la même espèce dans le verger de yabous et 234 inds de l'espèces *Dysaphis plantaginea* dans le verger de Timadlcin. Le suivi de la dynamique de la population d'*A. gossypii* dans le premier verger sur une période de 30 Avril jusqu'au 18 Juin indique la présence de trois pics en 7 et 21 Mai et 4 Juin avec des effectifs arrivant à 308 inds. Malheureusement, on n'a pas pu identifier les espèces Hyménoptères parasitoïdes à partir des momies récoltées et l'effectif total est 48 individus parasités. Les variations des individus des pucerons parasités est presque identique à celle des individus de pucerons totaux.

La comparaison des moyennes des quatre directions du verger indique que les directions ouest et Sud marque les plus faibles nombres d'individus de l'espèce *A. gossypii* (avec des moyennes de 23 et 25.6 inds respectivement) comparativement au deux autres directions (Est et Nord) qui semblent plus peuplier par cette espèces (73.6 et 48.1 inds respectivement). L'effet temps de prélèvement est non significatif sur le nombre d'individus inventoriés.

Le peuplement aphidien constitue une nourriture essentielle de plusieurs ennemis naturels. Dans le cadre de cette étude nous avons répertorié deux espèces de coccinelles : *Coccinella septempunctata* et *Hippodamia variegata*. L'impact des ennemis naturels dans la réduction des fortes pullulations de pucerons reste très faible. La dynamique des populations des deux espèces aphidiphages recensées indique qu'au cours de huit sorties, le nombre d'individus de des espèces subi à des fluctuations entre apparition/ disparition, enregistrant ainsi trois pics et arrivant à 8 et 5 inds pour les deux espèces respectivement.

En dépit de nombreuses investigations, notre étude reste matière à beaucoup d'autres recherches, notamment la poursuite de l'inventaire en vue de découvrir d'autres espèces. Il serait également intéressant de déterminer l'évolution des variations temporelles des espèces clés, d'organiser des programmes de lutte raisonnée.

L'étude qualitative de la faune aphidienne doit être complétée par des études bioécologiques et de son interaction avec ses ennemis naturels pour concevoir une lutte intégrée alternative à la lutte chimique conventionnelle avec ses risques écologiques et sur la santé ainsi que les problèmes liés à l'apparition de résistance aux pesticides de certains espèces.



# **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- 1) Alhmedi A., Belien T. & Bylemans D. (2023). Habitat Modification Alters Food Web Interactions with Focus on Biological Control of Aphids in Apple Orchards. Sustainability: 15, 59-78. <https://doi.org/10.3390/su15075978>.
- 2) Bakroune N. E. (2012). Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations: El-Outaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abris - plastique. Mémoire Magister, Institut Agronomique, Université Biskra, 97 p.
- 3) Belhassaine M. (2014). Etude des pore- greffe de quelques rosacées à pepins et à noyaux dans la pepinier de l'état de la wilya de Tlemcen saf-saf . Mémoire Master. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen. 107 p.
- 4) Benmoussa H. (2018). Estimation des besoins en froid et en chaleur des variétés d'amandier (*Prunus dulcis Mill.*) et de pistachier (*Pistacia vera L.*) en Tunisie. Thèse Doc. INAT. Tunisie. 176 p.
- 5) Blackman R.L. & Eastop V.F. (2000). -Aphids on the world's crops. An identification and information guide. Second edition par Bouchery Yves. In: Bulletin de la Société entomologique de France, volume 105 (3), août 2000. 308 p.
- 6) Bondoux P. (1978). Problèmes actuels posés par la conservation de quelques organes végétaux isolés. Fruits, Jan. Vol. 33 : 27-29.
- 7) Bore J.M. & Fleckinger J. (1997). Pommier à cidre. Variétés de France. Ed. INRA, 771 P.
- 8) Brat P., George S., Bellamy A., Du Chaffaut L., Scalbert A., Mennen L., Arnault N. & Amiot M.J. (2006). Daily Polyphenol Intake in France from Fruit and Vegetables. The Journal of Nutrition, Nutritional Epidemiolog . J. Nutr. 136: 2368-2373
- 9) Bretaudeau J., 1978. Atlas d'arboriculture fruitiere. VII. Edité par J.B. Baillièrè. Paris. 173p
- 10) Chaouia CH., Mimouni N., Trabelsi S., Benrebiha F.Z., Boutekrabt T.F. & Bouchenak F. (2003). Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour Références bibliographiques l'agriculture en Algérie. Recueil des communications atelier n°3 « Biodiversité importante pour l'agriculture » MATE- GEF / PNUD. Propjet ALG/ 97/ G 31: 19- 28
- 11) Chekroune S. (2021). Stratégie de traitement phytosanitaire sur deux vergers de pommier dans les stations de Terny (Tlemcen) et de Ténira (Sidi Bel-Abbes). Mémoire

- Master, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 62p.
- 12) Chimi Kinley A., Najitha Banu A.M. Raut, Wahengbam J. & Jantsho T. (2021). A review on past, present and future approaches for Aphids management. © J. ent. Res., 45 (2) : 336-346.
- 13) Coutanceau M. (1962). Arboriculture fruitière. Technique et économie des Cultures de rosacées fruitières ligneuses. Ed. Baillière et fils, Paris, P: 46-47.
- 14) Coutin R. (2007). Les coccinelles phytophages. Insectes, 146(3): 9-11
- 15) **CRCI**. (2003). Chambre régionale de commerce et de l'industrie Champagne-Ardenne nouvelle technique de conservation des fruits et des légumes décembre 2003.
- 16) Cronquist A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, 1262p.
- 17) Dedryver C.A., Le Ralec A. & Fabre, F. (2010). The conflicting relationships between aphids and men: a review of aphid damage and control strategies. Comptes Rendus Biologies, 333: 539-53. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.03.009>
- 18) Desfemmes C. (2021). La coccinelle, un insecte auxiliaire bien utile au jardin Fiche pratique. Gerbeaud.
- 19) Dib H. (2010). Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea Passerini (Hemiptera aphididae)* en vergers de pommiers. Sciences agricoles. Thèse Doctorat. Université d'Avignon, France. 252p.
- 20) Dixon A.F.G. (2000). *Insect predator-prey dynamics. Ladybird beetles & biological control*. Cambridge University Press, Cambridge, 257 p.
- 21) Eberhardt M., Lee C. & Liu R. (2000). Antioxidant activity of fresh apples. *Nature* **405**, 903–904. <https://doi.org/10.1038/35016151>
- 22) El Idrissi M., Harmouch G., Amechrouq A. (2014). chemical composition and biological activity of essential oils of *Origanum majorana* L. (Lamiaceae) and *Salvia officinalis* (L.) (Lamiaceae) under *Bruchus lentis* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Global Journal of Pure and Applied Chemistry Research* Vol.2, No 2: 15-25.
- 23) El Moatamid M. (1983) Effet de la défoliation manuelle de l'acide gibberellique, de la promaline et de la 6-Benzyladenine sur la substitution du besoin en froid de la production de pommier "Golden Delicious" dans les conditions du Gharb. Mémoire de fin d'études, I.A.V. Hassan II :
- 24) **F.A.O.** (2013). Importance de la culture du pommier par zone de production.
- 25) Fraval A. (2006). Les thrips. Insectes, 143 (4): 29-34.
- 26) Fréchette B., Cormier D., Chouinard G., Franz Vanoosthuyse F. And Lucas E. (2008).

- Apple aphid, *Aphis spp.* (Hemiptera: Aphididae), and predator populations in an apple orchard at the non-bearing stage: The impact of ground cover and cultivar. Eur. J. Entomol. 105: 521–529. <https://doi.org/10.14411/eje.2008.069>
- 27) Gallais A. et Bannerot H. (1995) : Amélioration des espèces végétales cultivées : Objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, France, P : 578-594.
- 28) Gautier M. (1993). Arbre fruitier. Vol 1.2eme édition.Ed.j.B. BAILLIERE. 594 p.
- 29) Goubault M. (2003). Exploitation des hôtes chez un hyménoptère parasitoïde solitaire: conséquences adaptatives de la compétition intraspécifique sur les Stratégies comportementales des femelles. L'Université de rennes 1. 194p.
- 30) Guerrieri E. & Digilio, M.C. (2008). Aphid-plant interactions: a review. J. Pl. Interact., 3: 223-32. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/17429140802567173?needAccess=true>
- 31) Hadbi M. (2015). Inventaire qualitatif et quantitatif et le suivi carpocapse (*Cydia pomonella*) écologique Red delicious. Mémoire Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 72p.
- 32) Haffaf, M. & Merzougui, H. (2014). Etude technico-culturelle du pommier *Malus pumila* Mill dans la région de M'sila (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- 33) Hadbi M. (2015). Inventaire qualitatif et quantitatif et le suivi carpocapse (*Cydia pomonella*) écologique Red delicious. Mémoire Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 72p
- 34) Hullé M., Turpeau E. & Chaubet B. (2012). Encyclop'Aphid, tout savoir sur les pucerons. INRA Magazine, 2012, 21, pp.31.
- 35) Hullé. M., Turpeau-Ait Ighil. E., Robert. Y., & Monet. Y. (1999). Les pucerons des plantes maraichères. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A., I.N.R.A. Paris.
- 36) Isabelle C., (2023). Pucerons : dégâts et moyens de lutte naturelle. Fiche pratique. Gerbeaud.
- 37) ITAFV., (2015). Création et conduite d'un verger de pommier. Guide technique, Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière e de la Vigne. Ministère de l'agriculture et le développement rural. Algérie. 120p.
- 38) Kheddache Z., Belala F., Ait Hamouda T., Adi N. & Grandi M., 2015. Thirty years of ecological monitoring in Algerian arid rangelands. :125-156 in: Gabriel Ferguson (ed.). Arid and semi-arid environments

- 39) Langer A., Boivin G., & Hance T.H. (2004). Oviposition, flight and walking capacity at low temperatures of four aphid parasitoid species (Hymenoptera: Aphidiinae). *European Journal Of Entomology* 101: 473-479.
- 40) Lazaar M., (1987). Conséquences de l'émigration dans les montagnes du Rif Central (Maroc). *Revue Européenne des Migrations Internationales* : 3-1-2 : 97-114.
- 41) Leclant. F. (1982). Les effets nuisibles des pucerons sur cultures. A.C.T.A., Paris, pp 37-57
- 42) Lili W., Xiaoyi D., Hongtao W., Min C., Binghui L., & Baoyou L. (2023). Population Dynamics and Correlation Analysis of Wheat Aphids and Their Natural Enemies. [researchsquare.com https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3756356/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3756356/v1)
- 43) Linder N., Lindahl T. & Borgström S. (2018) Using Behavioural Insights to Promote Food Waste Recycling in Urban Households-Evidence. From a Longitudinal Field Experiment. *Front. Psychol.* 9:352. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00352>
- 44) Massonnet (2004). Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chez le pommier (*Malus domestica Borkh.*): Comparaison de quatre cultivars par une approche de modélisation structure-fonction. Thèse Doctorat. Développement et Adaptation des Plantes. Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, 184 P.
- 45) Michaud J.P. (2012). Coccinellids in biological control. *In*: Hodek I., van Emden H.F. & Honěk A. (Eds.). *Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae)*. Blackwell Publishing Ltd., UK, Pp. 488-519.
- 46) Morin Y. & Chouinard G. (2014). Les pucerons. Dans G. Chouinard (coord): *Guide de référence en production fruitière intégrée à l'intention des producteurs de pommes du Québec*. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Québec, QC.
- 47) Ounissi, R. et Ounissi, k. (2022) : Aptitude des eaux du barrage de Babar (W.Khenchela) à l'irrigation, mémoire de master, université Khenchela, 71p
- 48) Peccoud J., Simon, J.C., von Dohlen C., Coeur d'acier A., Plantegenest M., Vanlerberghe-Masutti F. and Jousselin E. (2010). Evolutionary history of aphid-plant associations and their role in aphid diversification. *C.R. Biol.*, 333: 474-87.
- 49) Powell W. et Pell J. K. (2007). *Biological control*, van Emden H. F. & Harrington R., *Aphids as Crop Pests*. Ed: CAB International (UK): 469 - 513.

- 50) Remaudière G. & Remaudière M. (1997) *Catalogue des Aphididae du monde (Homoptera Aphidoidea)*. Paris, INRA, collection Techniques et pratiques, Bulletin de la Société entomologique de France : 102(2) pp. 203-204
- 51) Riba G. & Silvy C. (1989). Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives. INRA. Adresse éditeur : INRA-Publications, route de Saint-Cyr, F-78026 Versailles cedex. 94p.
- 52) Rochette P., Bochove E. van, Prévost D., Angers D.A., Côté D., Bertrand N. (2000). Soil carbon and nitrogen dynamics following application of pig slurry for the 19th consecutive year: II. Nitrous oxide fluxes and mineral nitrogen Soil Sci. Soc. Am. J., 64: 1396-1403.
- 53) Saighi S. (1999). Biosystématique des aphides et de leurs ennemis naturels dans deux stations d'études, le jardin d'essai du Hamma et le parc de l'Institut National Agronomique d'El Harrach. Mémoire Magister., E.N.S.A. El Harrach, Alger.
- 54) Simon J.C. & Peccoud J. (2018). Rapid evolution of aphid pests in agricultural environments. Curr. Opin. Insect Sci., 26: 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.12.009>
- 55) Singh G. & Singh R. (2017). Food plant records of *Aphidini* (Aphidinae: Aphididae: Hemiptera) in India. J. Ent. and Zool. Stud., 5: 1280-302.
- 56) Stray P. (1970). Biology of aphid parasitoid with respect to integrated control. Vol 06. Ed. Dr, W, Junk, N, V, Publisher the Hague, Netherlands. 643p.
- 57) Trillot M., Masseron A., Mathieu V., Bergougnoux Y., Hutin C. & Lespinasse Y. (2001). Le Pommier Ctifel :283p.
- 58) Ziadi S., (2001). Les génies PR -10 du pommier (*Malus domestica*). Identification, caractérisation et analyse de l'expression spatio-temporelle en réponse à une induction par l'acibenzolar S-methyl (ASM), un analogue fonctionnel de l'acide salicylique. Thèse de Doctorat. Université Rennes1. 182p.



# **Annexes**

## Annexes

## Annexe 1. Fréquence, gravité, symptômes et cycles biologiques de différentes espèces de pucerons

ESPÈCE	FRÉQUENCE	GRAVITÉ	ENROULEMENT	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE
<b>Puceron cendré du pommier</b> <i>Dysaphis Plantaginea</i>	+++	+++	Oui	Hiverné à l'état d'œuf sur pommier	2-3 générations se succèdent.	Migration d'ailés de mi-juin à mi-juillet sur hôtes secondaires (plantains)	Retour des adultes ailés sur pommier, accouplement et ponte
<b>Puceron vert du pommier</b> <i>Aphis pomi</i>	+++	++	Oui si forte présence	Hiverné à l'état d'œuf sur pommier. Eclotions fin mars (fondatrices)	10-15 générations se succèdent de mars à octobre.  Apparition d'adultes ailés dès la fin avril et propagation dans le verger.	Les fortes chaleurs perturbent leur multiplication.	Apparition d'individus sexués en octobre-novembre, accouplement et ponte sur les rameaux
<b>Puceron lanigère</b> <i>Eriosoma lanigerum</i>	++	+++	Non	Hiverné à l'état de larve au collet, sous les écorces, dans les brous-sins et sur les racines du pommier	10 à 12 générations peuvent se succéder. Apparition des premières colonies dès avril-mai.	Apparition des femelles ailées à partir de juillet et formation de nouvelles colonies sur d'autres arbres	Femelles aptères virginipares donnant naissance à des ovipares hivernants
<b>Puceron vert migrant du pommier</b> <i>Rhopalosiphum insertum</i>	++	+	Oui	Hiverné à l'état d'œuf sur pommier. Eclotions dès le mois de mars (fondatrices)	3 générations se succèdent sur les pousses	Migration de femelles ailées entre mai et juin sur les racines des graminées	Retour des adultes ailés sur pommier, accouplement et ponte

+ faible ++ moyen +++ fort

## Annexe 2. Résultats des pucerons et pucerons parasités et leurs ennemis naturels (coccinelles)

Date	Puceron	Parasités	Coccinella septempunctata	Hippodamia variegata
30-avr	191	12	8	2
06-mai	279	12	0	0
12-mai	201	0	2	3
15-mai	23	5	0	0
21-mai	199	0	2	2
26-mai	152	14	0	0
02-juin	308	5	1	5
20-juin	10	0	0	0

**Annexe 3.** Nombre de l'espèce *A. gossypii* en fonction des deux facteurs directions et sorties

Date	Aphis gossypii	EST	OUEST	NORD	SUD
Sortie 1	Larves	0	0	159	0
	Aptères	31	0	0	0
	Ailés	1	0	0	0
	Parasités	12	0	0	0
Sortie 2	Larves	137	142	0	0
	Aptères	0	0	0	0
	Ailés	0	0	0	0
	Parasités	0	0	0	12
Sortie 3	Larves	0	0	0	0
	Aptères	73	41	79	0
	Ailés	3	1	4	0
	Parasités	0	0	0	0
Sortie 4	Larves	0	0	0	0
	Aptères	0	0	0	14
	Ailés	8	0	0	1
	Parasités	2	0	0	3
Sortie 5	Larves	0	0	143	56
	Aptères	0	0	0	0
	Ailés	0	0	0	0
	Parasités	0	0	0	0
Sortie 6	Larves	0	0	0	0
	Aptères	152	0	0	0
	Ailés	0	0	0	0
	Parasités	14	0	0	0
Sortie 7	Larves	0	0	0	0
	Aptères	184	0	0	121
	Ailés	0	0	0	3
	Parasités	3	0	0	2
Sortie 8	Larves	0	0	0	0
	Aptères	0	0	0	10
	Ailés	0	0	0	0
	Parasités	0	0	0	0

## **Inventaire des espèces de pucerons et leurs ennemis naturels sur pommier dans la région de bouhmama (W. Khenchela)**

***Nom et prénom : Tayaa Hichem***

***Encadrant : Addad Dalila***

***Co-encadrant : Tahar-Chaouche Souad***

### ***Résumé***

Cette étude a été conduite dans le cadre des stages au sein de la coopérative Apple Bouhmama Khenchela, le recensement de la faune aphidienne a été fait au niveau de verger du pommier dans les quatre directions et sur huit sorties hebdomadaires entre elles. La capture des espèces ennemis des pucerons tel que les coccinelles a été faite à l'aide des pièges jaunes placés au milieu des vergers. Les résultats obtenus indiquent la présence de deux espèces aphidiennes : *Aphis gossypii* et *Dysaphis plantaginea*. Les résultats montrent également que les directions Est, Nord du verger sont les plus peuplées en *A. gossypii* avec des moyennes 73.6 et 48.1 individus respectivement. L'effet temps de prélèvement est non significatif sur le nombre d'individus inventoriés. Le nombre des pucerons parasités enregistre les mêmes variations que le nombre des pucerons total. Dans le cadre de cette étude deux espèces de coccinelles ont été répertoriés : *Coccinella septempunctata* et *Hippodamia variegata*.

### ***Mots clés :***

*Aphis gossypii, Dysaphis plantaginea bouhmama, coccinelle, pommier*

## جرد أنواع حشرة المن وأعدادها الطبيعيين على أشجار التفاح في منطقة بوحمامة (ولاية خنشلة)

الاسم و اللقب: هشام طايح

الأستاذ المؤطر: عداد دليلة

المؤطر المساعد: طاهر شاوش سعاد

### ملخص

تم إجراء هذه الدراسة في إطار التبرصات التدريبية في تعاونية *Apple Bouhmama* ، وتم إجراء تعداد حشرات المن على أوراق شجرة التفاح و في جميع الاتجاهات الأربعة للستان وفي ثماني خرجات بفاصل أسبوع واحد بينهن. تم جرد أنواع من أعداء المن الدعسوقة باستخدام مصائد صفراء موضوعة في وسط البساتين. تشير النتائج إلى وجود نوعين من المن *Aphis gossypii* و *Dysaphis plantaginea* أظهرت النتائج أيضًا أن الاتجاهات الشرقية والشمالية هي الأكثر اكتظاظًا بحشرات من نوع *A. gossypii* بمتوسط 73.6 و 48.1 فرد على التوالي. تأثير زمن أخذ العينات ليس كبيراً على عدد الأفراد الذين تم جردهم. يُظهر عدد المن المتطفل عليها نفس الاختلافات مثل العدد الإجمالي للمن. تم تحديد نوعين من الخنافس في هذه

الدراسة *Coccinella septempunctata* و *Hippodamia variegata*.

### الكلمات المفتاحية:

*Aphis gossypii* و بوحمامة و *Dysaphis plantaginea* و الدعسوقة و التفاح

# **Inventory of aphid species and their natural enemies on apple trees in the Bouhmama region (W. Khenchela)**

Full name: Tayaa Hichem

Supervisor: Addad Dalila

Co-supervisor : Tahar-Chaouche Souad

## **Summary**

This investigation was carried out within the framework of internships at the Apple Bouhmama cooperative. The aphid fauna was counted on apple orchard in all four directions over eight outings with a one-week interval between them. Aphid enemies such ladybugs were captured using yellow traps placed in the middle of the orchards. The results indicate the presence of two aphid species: *Aphis gossypii* and *Dysaphis plantaginea*. The results also show that the east and north directions are the most populated with *A. gossypii*, with averages of 73.6 and 48.1 inds respectively. The effect of sampling time on the number of individuals counted was insignificant. The number of parasitized aphids showed the same variations as the number of total aphids. Two species of ladybug were inventoried in this study: *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia variegata*.

## **Key words**

*Aphis gossypii*, *Dysaphis plantaginea bouhmama*, ladybird, apple