



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عباس لغرور - خنشلة
UNIVERSITE ABBES LAGHROUR – KHENCHELA

Faculté des sciences
Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire

Mémoire
Présentée en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master académique en Biologie

Filière : Biologie et contrôle des populations d'insectes

Intitulée

Inventaire et dynamique des insectes ravageurs et de leurs ennemis naturels dans les cultures du pommier dans la région de khenchela.

Présenté par :

HOGGAS Miyada

BELAABED Ahlam

Membres de jury :

Président : MAAMAR Hichem

MCB. Université de Khenchela

Promoteur : AICHE Mohamed Amine

MCB. Université de Khenchela

Examinatrice : AROUA Khaoula

MCB. Université de Khenchela

Année Universitaire : 2023/2024



Remerciement

Enfin, nous y sommes ! C'était vraiment une très longue journée!

Nous remercions avant tout Allah de nous avoir guidé durant toutes les années d'études et de nous avoir donné la volonté et le courage pour terminer ce travail.

Après une période de travail intensif, le grand jour est enfin arrivé. Rédiger cette page de remerciements est la touche finale à notre mémoire de fin d'études. Cette période a été une expérience d'apprentissage intense, tant sur le plan scientifique que personnel.

Par ces quelques lignes de remerciements, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers tous ceux qui, par leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils, nous ont donné le courage de mener à bien ce projet.

Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre gratitude à M. Aiche Mohamed Amine, notre promoteur, pour avoir accepté de diriger ce travail. Ses précieux conseils et son soutien tout au long de notre projet ont été inestimables.

Nos remerciements vont également aux membres du jury qui ont bien voulu évaluer notre travail : Dr. MAAMER Hichem, qui nous fait l'honneur de présider ce jury, et Dr. AROUA Khaoula, pour son temps et sa patience à lire et examiner notre travail.





Dédicace

Je dédie ce travail

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :

Particulièrement à mon père WANNAS et ma mère il y a très fatigué dans ce travail.

A ma tante qui soutenu spirituellement à chaque étape.

A vous mes frères ABD ELRAZZAK, OUSSAMA, ALI et ma sœur ZINEB.

A mes amies AHLEM, HANA, Wafa et NAWEL.

MIYADA





Dédicace

Pour celle qui a pris la peine de chercher avec moi le mot gentil, il y a une bénédiction pour aider et une bénédiction pour aider face aux calamités. « mère », que dieu prolonge la vie de l'enfant.

A qui je ne refuserais pas de demander celui qui a passé sa vie pour moi et travaillé pour que je puisse me reposer « mon père », que dieu le protège et prolonge sa vie.

Pour le corps le plus merveilleux du trot dans toutes ses significations, c'était le soutien et le don...

Il m'a tellement donné sous forma de patience, d'espoir et d'amour je ne te dirai pas merci, mais je te serai toujours reconnaissant, mon chère mari FOUAD.

Je mentionne particulièrement ses parents, qui ont tout abandonné pour que je puisse terminer mes études. Ils se sont beaucoup souciés de ma fille tout au long de mon parcours académique. Que dieu prolonge leur vie et que dieu m'accorde la capacité de lui rendre sa gentillesse.

A ma fille ELIA, que j'ai quittée alors que j'aurais du être à ses cotés.

A mes frères : NAIM, KAMAL, NASSER.

Aux petits-enfants de la famille : HADJER, ZINEB, ASHWAK, SILIN, SADIJ, ANFAL, HASSAN.

A ceux qui portent avec nous le fardeau de la vie, mon cher grand-père, que dieu le protège.

A ma grand-mère, mes tantes, mon oncle et toute la famille

A ceux qui me font sourire dans la vie, mes frères et soutiens : ABD ERRAOUF, DJASSER, AHMED, HARROUN, MADIHA, FAHIMA, RAZIKA, NOUR ELHOUDA.

J'aimerais accorder une mention particulière à la personne qui m'a donné la force et les efforts pour terminer cette année MIYADA.

A mes amies HANA, Wafa, NAWEL, IBTISSEM, Ferial et YASSMINE

A celui qui a partagé avec moi la charge de travail et le timing de mon parcours académique M. AYECH Mohamed Amin.

AHLEM



Liste des figures

Numéro	Les titers des figures	Page
Figure 01	(En haut) Histoire évolutive des pommiers cultivés. (En bas) Evolution de la taille du fruit chez le pommier au cours de la domestication	3
Figure 02	Différentes parties du pommier (<i>Malus x domestica</i> Borkh.). (A): feuilles; (B): Inflorescence; (C): Fruits; (D): Arbre; (E): Rameaux; (F): Écorce	5
Figure 03	Formation du fruit chez le Pommier, (a): fleur flétrie en coupe longitudinale, (b): fruit en coupe longitudinale et en coupe transversale	6
Figure 04	Stade phénologiques repères du pommier	9
Figure 05	(A) Rang et production de pommes dans le monde en 2018 (en millions de tonnes) parmi les fruits les plus produits. (B) Evolution de la production de pommes dans le monde entre 2008 et 2018. Les données sont issues de la base de données	10
Figure 06	Dégâts des maladies et des ravageurs du pommier. (A): Symptômes de la Tavelure; (B): Dégâts de carpocapse sur une pomme; (C): Colonie de pucerons cendrés sur une pousse de pommier; (D): Symptômes de la Moniliose sur les pommes; (E) Dégâts de pucerons des galles rouges sur feuilles; (F): Fleurs avortées infectées par l'Oïdium du pommier; (G): Colonie active de pucerons lanigères sur des pousses de pommier; (H): Chancre européen sur le tronc d'un jeune pommier.	13
Figure07	Syrphe porte-plume; Larve de chrysope ; Coccinelle à 7 points.	17
Figure 08	Carte géographique de la wilaya de khenchela	18
Figure 09	Position de la région de Khenchela dans le Climatogramme d'Emberger.	21
Figure 10	Diagramme pluviothermique de la région de Khenchela.	22
Figure 11	Localisation géographique de la commune d'El Hamma dans la wilaya de Khenchela	23
Figure 12	Image satellite du verger de la station d'étude	24
Figure 13	Verger d'arbres de pommier dans la commune d'El Hamma	24
Figure 14	Pomme de la variété Golden Delicious	25
Figure 15	Installation des pots barber dans le sol	26

Figure 16	Installation des pièges jaunes dans l'arbre	26
Figure 17	Capture à main des pucerons sur les feuilles de pommier	28
Figure 18	Technique de battage sur un pommier	29
Figure 19	Présentation de notre dispositif expérimental dans le verger d'étude.	30
Figure 20	Conservation des insectes capturée dans des flacon	32
Figure 21	photos de matériel utilisé en laboratoire	33
Figure 22	Evolution mensuelle de la richesse spécifique au niveau de la station d'étude.	37
Figure 23	Richesse spécifique des familles inventoriée en fonction des mois.	37
Figure 24	Nombre d'espèces par ordre Entomofaunique dans la région d'étude.	39
Figure 25	Importance des familles par ordre.	41
Figure 26	Pourcentage des espèces par ordre Entomofaunique dans la région d'étude.	41
Figure 27	Suivi des espèces chez l'ordre des Aphididae	43
Figure 28	Espèces de la famille des Aphididae.	44
Figure 29	Adulte de <i>Coccinella algerica</i> .	45
Figure 30	Adulte de Syrphidae.	45

Liste des tableaux

Numéro	Titres des tableaux	Page
Tableau 01	Evolution de la culture du pommier dans le monde (2010-2019)	10
Tableau 02	Les 23 premiers pays producteurs de pommes pour l'année(2020-2021)	11
Tableau 03	L'évolution de production de pommier en Algérie	12
Tableau 04	Importance des arbres fruitiers dans la wilaya de khenchela	12
Tableau 05	L'importance du pommier dans la wilaya de khenchela	13
Tableau 06	Pôles du pommier dans la wilaya de khenchela	13
Tableau 07	Principaux ennemis du pommier	16
Tableau 08	Moyenne des données météorologiques de la wilaya de Khenchela. Les données climatique de la station météorologique d'El Hamma	19
Tableau 09	calendrier des sorties dans la période d'étude.	31
Tableau 10	Qualité d'échantillonnage (a/N) des espèces par les différentes méthodes dans la parcelle d'étude d'El Hamma.	35
Tableau 11	Valeurs de la richesse totale et moyenne des espèces capturées par différentes méthodes d'échantillonnages.	36
Tableau 12	Répartition des arthropodes inventoriés par ordre au niveau du verger d'étude de la région d'El Hamma.	38
Tableau 13	Espèces d'arthropodes inventoriés dans le verger d'El Hamma.	39

Liste des abréviations

C° : unité de La température

FAO : organisation de l'agriculture et l'alimentation

Ha : hectare

Km : kilomètre

M : mètre

Mm : millimètre

Q : Quintal

RDT : Rendement

SAD : direction des services agricoles

T / He : Tonnes /Hectare

T : Tonnes

µM : Micromètre

% : Sur

T : Température

P : Précipitation

Kg : Kilogramme

E : Evaporation

I : Isolation

PH : Potentiel Hydrogène

S : Richesse totales.

Sm : Richesse moyenne.

Résumé

Dans la région des Aurès (est-Algérien), la culture du pommier constitue une activité socioéconomique importante. Afin de mieux connaître les espèces d'insectes liés à cette culture, un inventaire entomofaunistique est réalisé durant deux mois consécutifs dans pommeraie située dans site dans la région de Khenchela. Le verger d'El hamma. Par quatre méthodes de piégeages (pots Barber, pièges colorés, récolte a main, et l'abattage).

L'inventaire nous a permis de recenser 54 espèces réparties en 12 ordres et 42 familles, qui parmi elles, cohabitent bon nombre d'espèces neutres vis à vis de la culture du pommier, mais aussi certains connues pour être des ravageurs ainsi que des auxiliaires.

Les coléoptères est quantitativement le mieux représenté avec 18 espèces, suivit par les Hémiptères et les hyménoptères comptant respectivement 10 et 08 espèces. Les Diptères, les Araignées, Orthoptères et les Lepidoptera occupent respectivement le quatrième, cinquième, sixième et septième rang avec 07, 03 et 02 espèces, suivis par les autres ordres qui sont faiblement représentés.

Le site d'El Hamma est quantitativement représenté avec 1822 espèces dénombré, l'espèce la mieux représenté avec 653 individus dénombré est *Euscelidius variegatus* de la famille des Cicadellidae suivi par *Rhamphomys sulcata* avec 291 individus viennent ensuite *Alphis pomi* et *Dysaphis plantaginea* de la famille des Aphididae connue pour être des ravageurs du pommier. La richesse en espèces des Aphididae est très marquée au mois de Mai.

D'après les résultats que nous avons trouvés, les nombres ne sont pas les mêmes dans les pièges, et chaque piège contient des types spécifiques d'insectes.

D'après les statistiques, nous constatons que le piège le plus efficace est le piège colorés, suivi du pot berber.

Mots clés: Pommier, Khenchela, ravageurs, inventaire, ennemis naturels.

Abstract

Apple growing is an important socio-economic activity in the Aurès region of eastern Algeria. In order to gain a better understanding of the insect species associated with this crop, an entomofaunal inventory was carried out over two consecutive months in an apple orchard located in the Khenchela region. El hamma orchard. Four trapping methods were used (Berber pots, coloured traps, hand harvesting and felling).

The inventory enabled us to identify 54 species divided into 12 orders and 42 families, including a good number of species that are neutral to apple cultivation, but also some that are known to be pests as well as helpers.

Coleoptera are quantitatively the best represented with 18 species, followed by Hemiptera and Hymenoptera with 10 and 08 species respectively. Diptera, Spiders, Orthoptera, and Lepidoptera occupy the fourth, fifth, sixth, and seventh ranks with 07, 03, and 02 species respectively, followed by other orders that are poorly represented.

The El Hamma site is quantitatively represented with 1822 counted species, the most represented species being *Euscelidius variegatus* from the Cicadellidae family with 653 individuals, followed by *Rhamphomys sulcata* with 291 individuals, then *Alphis pomi* and *Dysaphis plantaginea* from the Aphididae family known to be pests of apple trees. The species richness of Aphididae is very marked in May.

According to the results we found, the numbers are not the same in the traps, and each trap contains specific types of insects.

From the statistics, we can see that the most effective trap is the coloured trap, followed by the berber pot.

Key words: Apple tree, Khenchela, pests, inventory, natural enemies.

ملخص

تُعد زراعة التفاح نشاطاً اجتماعياً واقتصادياً هاماً في منطقة الأوراس في شرق الجزائر. من أجل الحصول على فهم أفضل لأنواع الحشرات المرتبطة بهذا المحصول، تم إجراء جرد للحيوانات الحشرية على مدى شهرين متتاليين في بستان تفاح يقع في منطقة خنشلة. بستان الحامة. استُخدمت أربع طرق لحصر الحشرات (أواني الحلاقة، والمصائد الملونة، والحصاد اليدوي، والقطع).

وقد مكنا الجرد من تحديد 54 نوعاً مقسمة إلى 12 رتبة و 42 عائلة، بما في ذلك عدد لا بأس به من الأنواع المحايدة لزراعة التفاح، وكذلك بعض الأنواع المعروفة بكونها آفات وكذلك مساعدة

الخنافس هي الأكثر تمثيلاً كمياً بـ 18 نوعاً، تليها الحشرات النصفية والغشائية الأجنحة بـ 10 و 08 أنواع على التوالي. الذباب، العناكب، الجنادب، والفراشات تحتل المرتبة الرابعة، الخامسة، السادسة، والسابعة بـ 07، 03، و 02 أنواع على التوالي، تليها الرتب الأخرى التي تمثل بشكل ضعيف

dysaphis plantaginea م تعتبر الحشرات النصفية هي الرتبة الأكثر وفرة من حيث الأعداد (834 فرداً)، حيث تعتبر حشرة المن أفضل الأنواع تمثيلاً خاصة في بستان تفاح الحامة. بدأت في الظهور في شهر (Hemiptera- Aphididae)

أبريل، وتزايدت أعدادها في شهر مايو، وهو مدى الضرر الذي أحدثته والتي تعتبر أحد الأسباب الرئيسية

ووفقاً للنتائج التي وجدناها، فإن الأعداد ليست متماثلة في المصائد، وكل مصيدة تحتوي على أنواع محددة من الحشرات

من الإحصائيات، يمكننا أن نرى أن المصيدة الأكثر فعالية هي المصيدة الملونة، تليها مصيدة البربر

الكلمات الدالة: شجرة التفاح ، خنشلة ، الآفات ، المبتكر

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumés

Introduction générale.....1

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : Données bibliographique sur le pommier

1.1.	Le pommier : Origine et Histoire de domestication.....	3
1.2	Classification, description botanique.....	3
1.2.1	Classification et nomenclature.....	3
1.2.2	Description botanique.....	4
1.3	Exigence pédoclimatique du pommier.....	7
1.3.1	Exigences édaphiques	7
1.3.2	Exigences en eaux.....	7
1.3.3	Exigence climatique.....	7
1.3.4	Les stades phénologiques repères du pommier.....	8
1.4.	Importance économique du pommier.....	9
1.4.1	Importance économique du pommier au monde	9
1.4.2	Importance de la culture du pommier en Algérie.....	11
1.4.3.	Les arbres fruitiers de la wilaya de Khenchela.....	12
1.4.4.	L'importance de la culture du pommier dans la wilaya de khenchela.....	12
1.4.5.	khenchela un pôle du pommier.....	13
1.4.6.	Les principales variétés de pommier à khenchela.....	13

Chapitre 2 : Synthèse bibliographique sur les insectes ravageurs et les maladies de culture de pommier

2.1	Les principales maladies du pommier.....	14
-----	--	----

2.2	Les ennemis naturels de ces ravageurs.....	16
-----	--	----

Chapitre 3 : présentation de la région d'étude « kenchela »

3.1	Situation géographique.....	18
3.1.1	Localisation	18
3.2	Le milieu physique.....	19
3.2.1	Le relief.....	19
	a) Les hautes plaines au nord.....	19
	b) Les zones montagneuses	19
	c) Les parcours steppique et sahariens	19
3.3	Condition climatique.....	19
3.3.1	La température.....	20
3.3.2	La précipitation.....	20
3.2.3	Evaporation.....	20
3.2.4	Isolation.....	20
3.2.5	Climagramme d'Emberger.....	21
3.2.6	Diagramme pluviothermique de gaussen.....	22

Matériel et méthodes

Chapitre 04 : Matériels et Méthodes

4.1	Présentation du site d'étude.....	23
4.1.1	Présentation de la commune d'el hamma.....	23
4.1.2	Présentation de la station d'étude.....	23
4.2	Matériels végétal (Pommier)	24
4.3	Matériels expérimentales utilisés.....	25
4.3.1	Sur le terrain	25
4.3.2	Pots barber.....	25
4.3.2.1	Avantages.....	26
4.3.2.2	Inconvénients.....	26
4.3.3	Piège jaune.....	26
4.3.3.1	Avantages.....	27

4.3.3.2 Inconvénients.....	27
4.3.4 récolte à main.....	27
4.3.4.1 Avantages	28
4.3.4.2 Inconvénients	28
4.3.5 Battage	28
4.3.6 Le dispositif d'échantillonnage.	29
4.3.7 Méthodologie de travail	31
• Calendrier des sorties	31
• Matériel d'échantillonnage	31
4.3.8 Conservation d'échantillon	32
4.4 Au laboratoire	32
4.5 Identification.....	34
4.6 Exploitation des résultats par des indices écologique de composition	34
4.6.1 Indices écologiques de composition appliquée aux arthropodes échantillonnés dans le milieu étudié	34
a) Richesse spécifique totale (S)	34
b) Richesse moyenne (Sm)	34
c) Fréquence centésimales F(%)	34

Résultats et Discussion

Résultats.....	35
Conclusion et perspectives.....	47
Références Bibliographiques.....	48

Introduction Générale

Introduction

L'arboriculture est l'une des grandes spéculations qui figurent dans les préoccupations de l'agriculture algérienne. De nombreux facteurs justifient la grande importance qu'il faut accorder à cette filière. Au-delà de sa contribution à un approvisionnement alimentaire sûr et sécurisé, l'arboriculture algérienne constitue une ressource importante qui contribue à la diminution des exportations des produits agricoles, et contribue donc l'économie nationale.

Parmi les arbres fruitiers les plus consommés et qui offrent une valeur nutritionnelle importante dans le monde entier, on trouve le pommier (*Malus domestica* Borkh) ; l'un des espèces fruitières les plus cultivées dans les régions tempérées, avec une production mondiale qui excède 86,4 millions de tonnes en 2020 (FAOSTAT, 2020).

Pendant les dernières décennies, la filière du pommier en Algérie a connu un développement important (les superficies cultivées dépassent les 30 mille hectares (FAOSTAT, 2020), grâce à des initiatives privées stimulées par les subventions octroyées et des mécanismes de soutien spécialisé des services agricoles (DSA Khenchela, 2022).

Les vergers de pommiers de la région des Aurés, notamment dans les zones de Batna et de Khenchella, sont une activité intéressante et rentable mais perturbé par la prolifération de nombreuses maladies fongiques et d'insectes ravageurs qui font subir des pertes remarquables dans les rendements de ce fruit important pour la région (DSA Khenchela, 2022).

Le carpocapse de la pomme *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae) et le puceron cendré (Hémiptère : Aphididae) sont des ravageurs majeurs en vergers de pommier.

La protection des pommeraies est actuellement assurée uniquement par une lutte chimique préventive et intensive. Elle constitue jusqu'à maintenant la base de la lutte contre les parasites et elle est loin d'être maîtrisée par la majorité des arboriculteurs. Ce qui peut à tout moment engendrer l'apparition de souches résistantes aux pesticides, sans oublier en contrepartie ces déboires sur la faune auxiliaire ainsi que sur l'environnement (Haffaf et Merzougui, 2015).

Notre étude est un inventaire des principaux insectes ravageurs du pommier réalisé sur une période de deux mois consécutifs dans un verger de pommiers de la région de Khenchela (El-Hamma).

Dans notre travail nous avons suivi un plan qui comporte cinq chapitres :

Chapitre 01 : Nous avons présenté une synthèse bibliographique sur le pommier comprenant des généralités sur cet arbre hôte (caractéristiques des variétés choisies, l'importance économique etc)

Chapitre 02 : synthèse bibliographique sur les principaux ravageurs et maladies de pommier et les ennemis naturels.

Chapitre 03 : une description de la région d'étude ; ses caractéristiques géographiques et climatiques.

Chapitre 04 : Matériels utilisés et les méthodes adaptées pour réaliser notre étude dans la région d'El Hamma.

Chapitre 05 : Cette partie est consacrée aux résultats obtenus ; une discussion générale est engagée et les perspectives de notre travail sont clarifiées. Dans cette partie, nos résultats sont largement commentés et des comparaisons sont faites par rapport aux recherches antérieures.

*CHAPITRE I. DONNEES
BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE
POMMIER*

1.1 Le pommier : Origine et histoire de domestication

Le pommier a d'abord été domestiqué dans les montagnes du Tian Shan en Asie centrale à partir de l'espèce sauvage apparentée *Malus sieversii* (Cornille et al. 2014, figure 1). Il est intéressant de noter qu'avant toute action humaine, certains animaux de cette région (ours, chevaux) ont vraisemblablement contribué à la sélection de fruits plus gros et plus sucrés (Spengler 2019 ; Yao et al. 2015) et que la sélection humaine s'est ensuite exercée sur ces mêmes caractères au cours de la domestication de *M. domestica* (Khan et al. 2014a). Les échanges de graines le long de la Route de la Soie ont mené à son introduction en Europe il y a environ 3000 à 4000 ans.

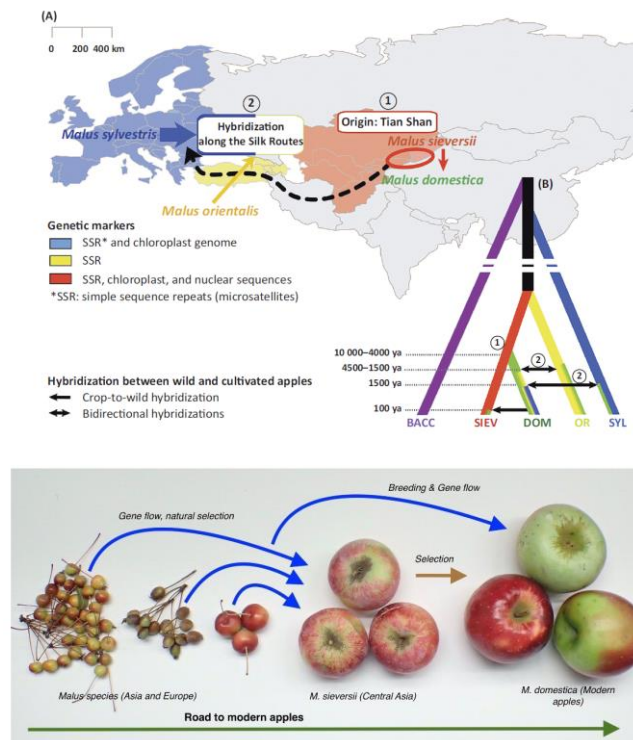


Figure 1. (En haut) Histoire évolutive des pommiers cultivés (d'après Cornille et al. (2014)). (En bas) Evolution de la taille du fruit chez le pommier au cours de la domestication (crédit : Khan Lab, Cornell, USA)

1.2 Classification, description botanique

1.2.1 Classification et nomenclature

Le pommier cultivé appartient au genre *Malus* et sa dénomination binomiale *Malus × domestica* Borkh reflète son origine interspécifique et remplace l'ancien nom *M. pumila* Mill ainsi que d'autres noms comme *Pyrus malus* L (OECD, 2019). Le genre *Malus* appartient à la

famille des Rosacées qui est traditionnellement divisée en quatre sous-familles sur la base du type de fruit (Luby, 2003 ; Shulaev et al, 2008). Il s'agit de

- ✓ Rosoïdées : le fruit est un akène
- ✓ Prunoïdées : le fruit est une drupe
- ✓ Spiréoïdées : le fruit est un follicule ou une capsule
- ✓ Maloïdées : le fruit est pomacé

Cette classification systématique des Rosacées a changé au fil des années et l'analyse moléculaire a ajouté au débat les regroupements de sous-familles (Potter et al, 2007).

Selon un autre changement de nomenclature plus récent, les sous-familles des Maloïdées et des Spiréoïdées ont été regroupées en une nouvelle sous-famille, celle des Amygdaloïdées (USDA-ARS, 2018). D'après cette dernière classification de la famille des Rosacées, le pommier est classé comme suit :

Famille:..... Rosacées
 Sous-famille:.....Amygdaloïdées
 Tribu:.....Malées
 Sous-tribu:.....Malinées
 Genre:.....Malus Mill
 Section:.....Malus
 Espèce :.....*Malus domestica* Borkh.

Bien que la définition traditionnelle des quatre principales sous-familles de rosacées puisse s'effondrer d'un point de vue taxonomique, ce regroupement reste d'une grande utilité de point de vue économique et horticole ; il est encore couramment utilisé dans la littérature (OECD, 2019).

1.2.2 Description botanique

Le pommier cultivé (*M. domestica*) est un arbre de vigueur moyenne, ramifié, avec un seul tronc et une canopée largement étalée. Il mesure généralement de 2 à 10 m de haut (en culture, la taille et la forme des arbres dépendent fortement du porte-greffe et du système de plantation). Les jeunes tiges et rameaux sont un peu tomenteux, tandis que les branches les plus âgées sont glabres (Bailey et Bailey, 1976 ; Webster, 2005). Ils portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs, dont la croissance donne une pousse végétative ou des bourgeons floraux, dont la croissance donne une inflorescence qui peut ultérieurement porter des fruits

(Massonnet, 2004). Les feuilles sont caduques, vert foncé, de forme ovale simple avec un bord dentelé et disposées en alternance. Elles mesurent généralement 4-13 cm de long et 3-7 cm de large, avec des bords irrégulièrement dentelés, et généralement poilues en dessous (Webster, 2005 ; Rieger, 2006; Figure 2).

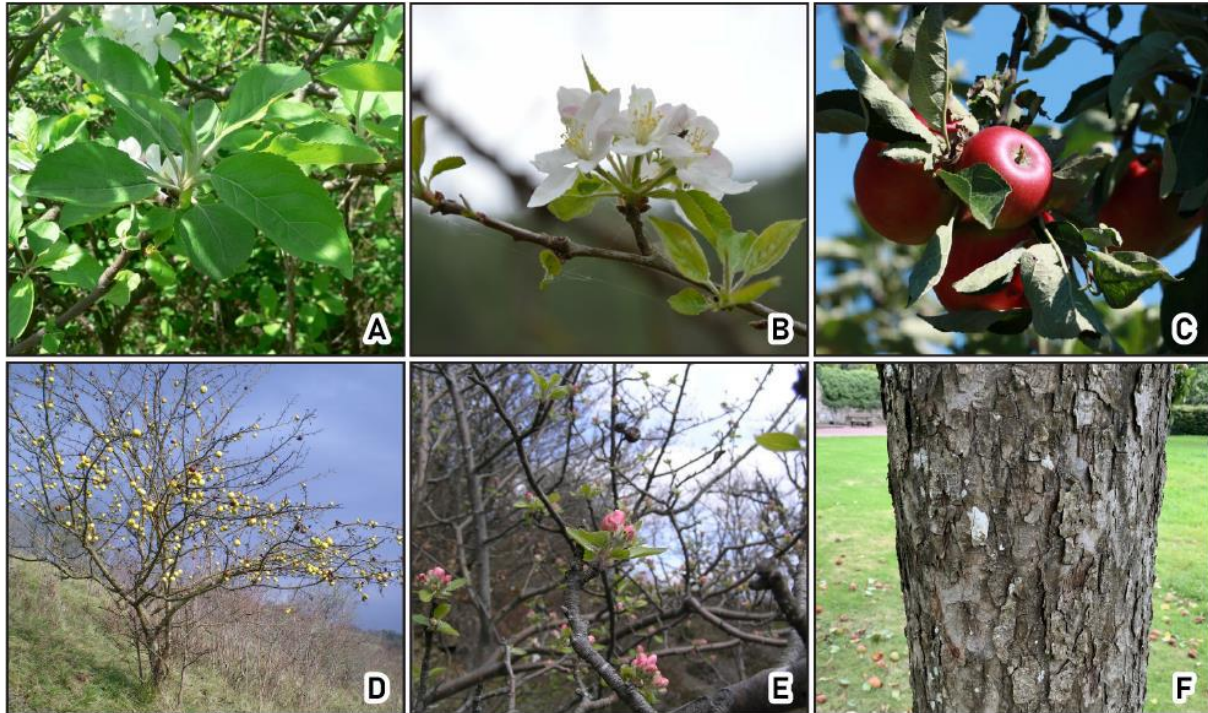


Figure 2. Différentes parties du pommier (*Malus x domestica* Borkh.). (A): feuilles; (B): Inflorescence; (C): Fruits; (D): Arbre; (E): Rameaux; (F): Écorce. (Source web : telabotanica.org.)

Les bourgeons sont de couleur brun violacé, ovoïdes et densément poilus. Les bourgeons donnent naissance soit à des pousses/feuilles (bourgeons végétatifs) soit à des fleurs (bourgeons floraux). Ces derniers sont plus grands et plus dodus que les bourgeons de croissance et ont une surface duveteuse.

Les fleurs du pommier sont hermaphrodites, et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante (Massonnet, 2004). L'inflorescence du pommier est un corymbe à floraison centrifuge. Chaque fleur (diamètre de 3-4 cm) a cinq sépales, cinq pétales variant du blanc au rose, et environ 20 étamines avec des anthères jaunes en trois verticilles (10+5+5). Le pistil est composé d'un stigmate et de cinq styles réunis à la base qui sont légèrement plus longs que l'étamine (Jackson, 2003 ; Hancock et al., 2008). Quant à l'ovaire, il est inférieur, placé sous les sépales, les pétales et les étamines ; il comprend 5 carpelles infères soudés renfermant chacun 2 ovules (Brown, 1975). D'autre part, les fleurs de même bouton ne s'épanouissent pas en même temps, la floraison débute par la fleur centrale du

bouquet, puis les autres fleurs s'ouvrent successivement et la floraison dure de 10 à 15 jours (Chenafi, 2017).

Les anthères libèrent un pollen lisse, peu adapté au transport par le vent du fait de son poids (diamètre entre 30 à 36 μm) (Massonnet, 2004). Le pédoncule et le calice sont généralement laineux, et le calice est persistant dans le fruit (Webster, 2005).

Quant au fruit, la pomme est charnue, de forme ellipsoïde à obovoïde, indentée à la base et à l'apex, à pulpe homogène intermédiaire entre une drupe et une baie (Kebe, 2014). Les fruits ont généralement un diamètre supérieur à 5 cm et pèsent de 150 à 350 grammes (Rieger, 2006). Elles varient en couleur et peuvent être uniformément rouges, verts, jaunes ou bicolores rayés ou rougis sur un fond jaune ou vert. Chaque fruit contient un cortex de chair (comestible) entre la peau et la ligne du noyau. Le noyau central possède une moelle charnue et une capsule papillaire composée de cinq carpelles soudés. Chaque carpelle contient généralement deux graines qui sont lisses, brillantes et de couleur marron (Jackson, 2003 ; Rieger, 2006). Trois structures se distinguent dans le fruit au niveau tissulaire : L'épiderme (peau), le mésocarpe ou parenchyme (chair) et l'endocarpe (zone corticale contenant les pépins, aussi appelée le trognon). Le mésocarpe occupe la majeure partie du fruit, c'est le tissu le plus consommé (Figure 3 ; Verdu, 2013).

Concernant les racines de l'arbre, elles consistent en une couche horizontale de racines permanentes, épaissies et étalées, situées à moins de 50 cm de la surface, d'où partent de nombreuses racines verticales qui descendent jusqu'à la couche imperméable ou à la nappe phréatique (Jackson, 2003).

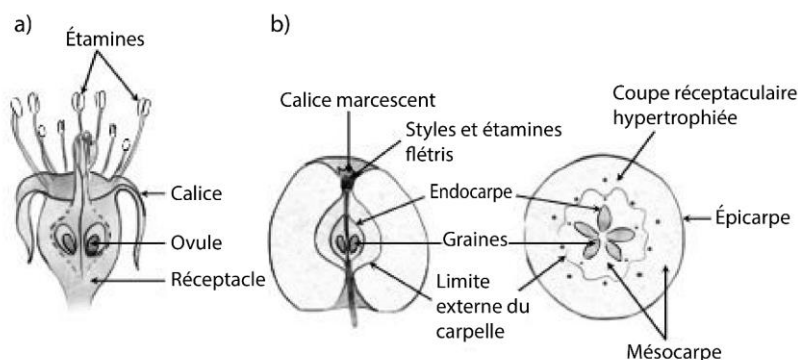


Figure 3. Formation du fruit chez le Pommier, (a): fleur flétrie en coupe longitudinale, (b): fruit en coupe longitudinale et en coupe transversale (Verdu, 2013).

1.3 Exigences pédoclimatiques du pommier

La culture du pommier s'étend dans toutes les zones tempérées de l'hémisphère Nord (30° à 60° de latitude N) et de l'hémisphère Sud (30° à 40° de latitude S), jusqu'à une altitude de 800 m (Guiheneuf, 1998).

1.3.1 Exigences édaphiques

Les pommiers sont capables de pousser et de porter des fruits dans une variété de sols qui possède des propriétés physiques et chimiques très variables (Trillot et al., 2002).

Les pommiers s'adaptent à de nombreux types de sols, de l'argile au loam sableux, mais un sol approprié est profond, pas trop humide, bien structuré et a un pH de 6 à 6.5 et une teneur maximale en calcaire actif est comprise entre 12 et 15 % (Guiheneuf, 1998).

Les sols argileux lourds à forte capacité de rétention d'eau doivent être évités autant que possible que les sols à haute teneur en calcaire actif.

1.3.2 Exigences en eaux

La quantité d'eau nécessaire à la croissance et à la production des pommiers varie selon 700 à 900 mm/an. Les pommiers qui poussent pendant la saison de croissance (de mars à septembre) sera de 600 mm. La plus forte demande apparaît en juillet-août (dou El Macane et Skiredj, 2003).

1.3.3 Exigence climatique

Les pommiers sont des espèces tempérées qui nécessitent de longues périodes de Repos végétal (Dou El macane et Skiredj, 2003).

Au Moyen-Orient, certaines variétés prospèrent dans les climats subtropicaux. Des variétés de pommiers capables de pousser dans des conditions spécifiques sont également connues Pôle.

Du point de vue de la sensibilité au froid, les pommiers se classent parmi les premières espèces d'arbres fruitiers les moins exposés. Cependant, les gelées printanières tardives peuvent causer des dommages au produit final, l'arboriculteur doit prendre en compte mis en place pour éviter ces dommages (Trillot et al., 2002).

Le besoin de refroidissement en dessous de 7°C est de 800 à 1000 heures. Ce le seuil de sensibilité au gel hivernal est compris entre 20 et 25°C (Guiheneuf, 1998). Variété Développé

des produits avec des exigences de basse température et élargi la zone de plantation pommier. Cette espèce peut tolérer des températures aussi basses que -35°C pendant la dormance, mais la plupart convient à la culture en hiver froid et en climat tempéré Chaud et relativement humide (Dou El Macane et Skiredj, 2003).

Concernant la période de végétation, la température moyenne de l'air est de 15°C et la durée est la saison de croissance détermine le choix de la variété. Selon Guiheneuf (1998), il faut 500 à 700 mm dans l'eau - de la germination à la défoliation – dépend Conditions climatiques et température. 21 à 26°C est optimal pour l'activité Abeilles pendant la pollinisation. Nuits fraîches et forte lumière La maturité est très favorable à une bonne coloration du fruit. Par contre, le jour Les nuages et le brouillard accompagnés de précipitations ou de rosée matinale atténuent la couleur, Le fruit favorise le développement d'une couleur fauve (Dou El macane et Skiredj, 2003).

1.3.4 Les stades phénologiques repères du pommier

Chaque année, le pommier accomplit son cycle végétatif, du bourgeon hivernal à la chute des feuilles, en passant par la floraison et la formation des fruits en arboriculture, plusieurs systèmes de description accompagnée de dessins représentatifs des principaux stades repères des arbres fruitiers ont été proposés,

En arboriculture, plusieurs systèmes de description accompagnés de dessins représentatifs des principaux stades repères des arbres fruitiers ont été proposés. Le plus couramment utilisé est le code Baggiolini subdivisé en 16 stades de A à P (Baggiolini 1952).

Dans les années 1990, un code décimal (de 00 à 100) appelé échelle BBCH a finalement permis de disposer d'un système uniforme pour décrire le développement de l'ensemble des plantes cultivées. Adopté par les chercheurs, les techniciens et les praticiens, il facilite notamment l'échange des données informatiques (Lancashire *et al.* 1991; Hack *et al.* 1992).

Dans le tableau suivant, cinq stades principaux de l'échelle BBCH, subdivisés en stades secondaires, ont été retenus pour le codage du développement des fruits à pépins.

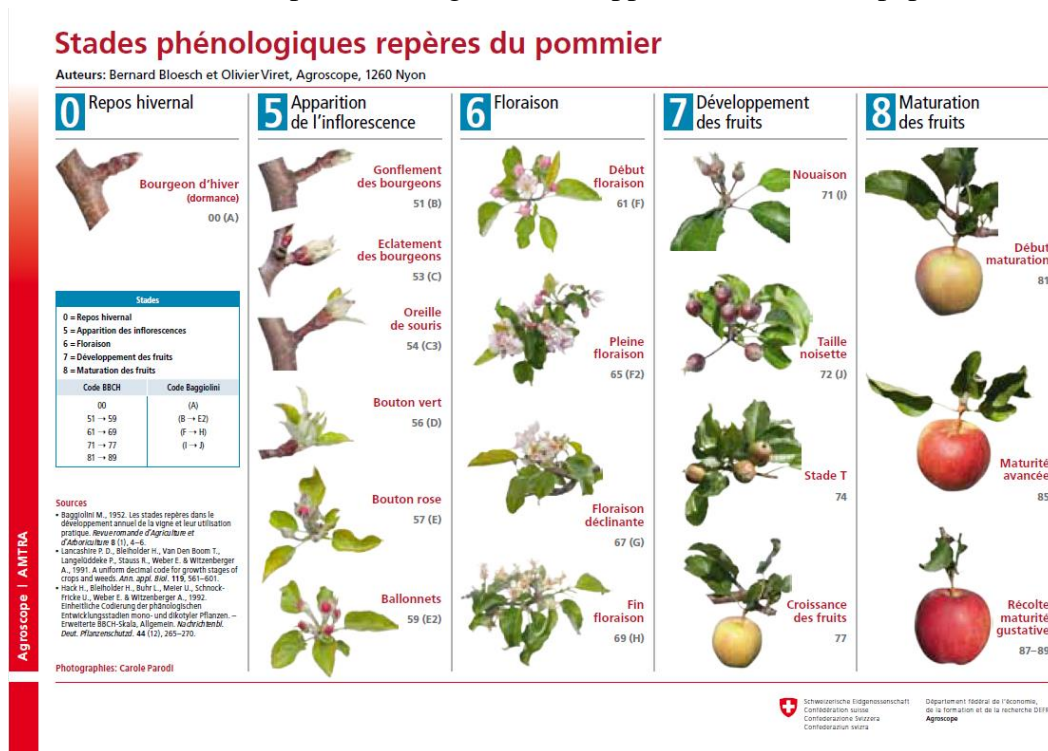


Figure 04. Stade phénologiques repères du pommier (BLOESCH B., et al 2013).

1.4. Importance économique du pommier

1.4.1 Importance économique du pommier au Monde

La pomme est l'un des fruits les plus produits au monde après la banane (Figure 5-A). En 2018, 86 millions de tonnes (Mt) de pommes ont été produites dans le monde dont 19Mt en Europe (FAOstat, 2018) et la production mondiale ne cesse de progresser (Figure 5-B) (Tableau 1).

La pomme peut être classée en deux grandes catégories : les pommes à couteau, destinées à être consommées telles quelles ou à être transformées pour la production de jus ou de compote, et les pommes à cidre destinées à la production de cidre. Il s'agit d'un des fruits les plus appréciés aux quatre coins du globe : en 2017, la pomme était ainsi la deuxième espèce fruitière la plus cultivée au monde avec une production annuelle de 83 Mt et une surface de vergers de 4.6 Mha, essentiellement en climat tempéré (FAOSTAT, 2020). La valeur de la production mondiale en 2017 s'élevait à un peu moins de 37 milliards de dollars (Korban 2021). Bien que plusieurs milliers de variétés à travers le monde aient été recensées, le marché de la pomme est aujourd'hui dominé par un petit nombre de génotypes.

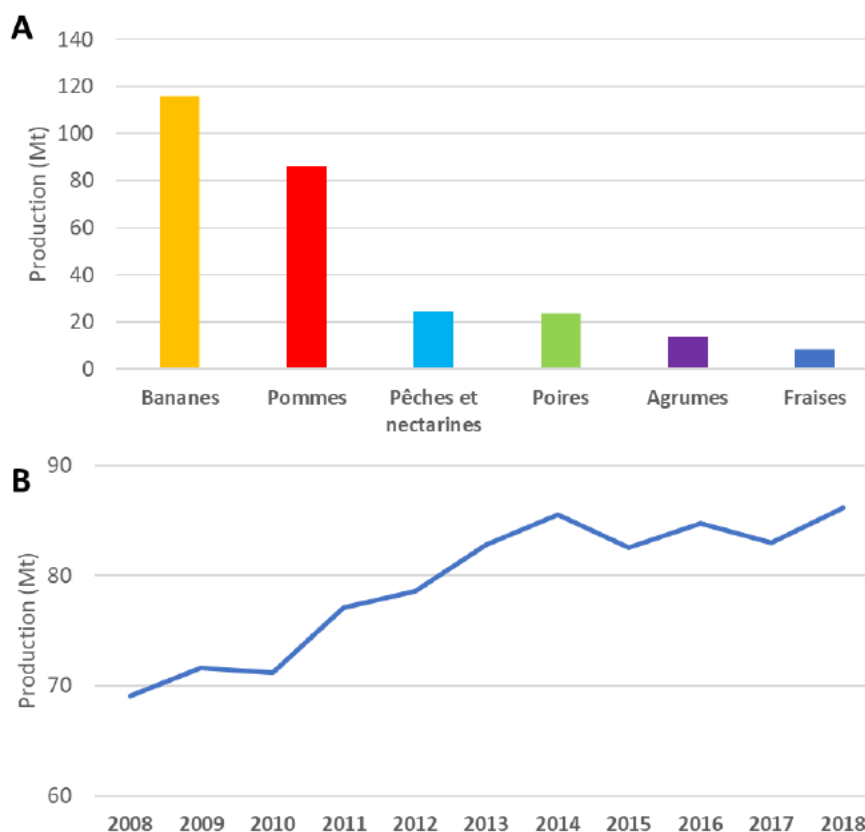


Figure 05. (A) Rang et production de pommes dans le monde en 2018 (en millions de tonnes) parmi les fruits les plus produits. (B) Evolution de la production de pommes dans le monde entre 2008 et 2018. Les données sont issues de la base de données **FAOstat**.

Tableau 01 : Evolution de la culture du pommier dans le monde (2010-2019) (**FAOstat, 2019**).

Années	Superficies (Ha)	Production(T)	Rendement (T/Ha)
2010	4,868 ,805	71,187 ,919	146,212
2011	4,961 ,559	77,073 ,277	155,341
2012	5,036 ,858	78,598 ,077	156,046
2013	5,118 ,745	82,830 ,201	161,817
2014	5,090 ,706	85,346 ,330	167,651
2015	5,177 ,491	82,408 ,896	159,168
2016	4,865 ,350	85,008 ,032	174,721
2017	4,620 ,530	83,135 ,970	179,927
2018	4,645 ,505	85,823 ,680	184,750
2019	4,717 ,384	87,236 ,221	184,925

Parmi les 25 premiers pays producteurs de pommes, l'Algérie est classé 23ème. Les principaux pays producteurs de pommes et leurs volumes de production sont répertoriés dans le tableau 2 (FAOSTAT, 2021).

Tableau 02. Les 23 premiers pays producteurs de pommes pour l'année 2020-2021. (F.A.O, 2021).

N°	Pays	Production (tonnes)	Superficie (en hectares)	Rendement (Kg / Hectare)
01	Chine	42426578	2041197	20785,1
02	USA	4997680	118860	42046,8
03	Turquie	3618752	174439	20745,1
04	Pologne	3080600	166440	18508,8
05	Inde	2316000	308000	7519,5
06	Italie	2303690	55000	41885,3
07	Iran	2241124	100759	22242,4
08	Russie	1950800	210822	9253,3
09	France	1753500	50370	34812,4
10	Chili	1621321	32371	50085,6
11	Brésil	1222979	32405	37740,4
12	Ukraine	1153970	87700	13158,2
13	Ouzbékistan	1124017	98525	11408,4
14	Allemagne	991450	33980	29177,5
15	Afrique du Sud	891979	22373	39868,5
16	Maroc	809762	49731	16282,8
17	Corée du Nord	805965	70916	11365,1
18	Mexique	761483	52981	14372,8
19	Égypte	726794	28631	25384,9
20	Japon	701600	36000	19488,9
21	Espagne	638840	29640	21553,3
22	Moldavie	610921	51130	11948,4
23	Algérie	558830	32989	16939,9

1.4.2 Importance de la culture du pommier en Algérie

L'Algérie est le troisième producteur de pommier en Afrique après l'Égypte le Maroc avec un rendement de 169399 T/Ha (Tableau 03).

Si la culture des pommes et des poires se fait principalement dans les pays au climat tempéré, l'Algérie a fait de gros efforts pour mettre fin à l'importation de ces deux fruits depuis l'indépendance grâce à une bonne gestion des vergers, des améliorations de la production et des augmentations des rendements (Soltner, 1998). En 2007 ; 21 200 hectares de vergers de pommiers (FAO, 2019). Ces vergers sont principalement situés à Médéa, Ain defla, Batna,

Tiaret, Blida et Khenchela, Pour le rendement, une tendance à l'augmentation est remarquée, mais elle est irrégulière, et malgré le manque d'espace, on constate que la production est en augmentation.

Tableau 03. L'évolution de production de pommier en Algérie (10 ans) (FAO STAT).

Années	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/Ha)
2010	52,419	378,637	72,2
2011	51080	404105	79,1
2012	48828	397529	81,4
2013	48064	455937	94,9
2014	40418	462815	114,5
2015	41011	451472	110,0
2016	46553	503303	108,7
2017	44620	494239	110,8
2018	39034	487808	124,10
2019	32989	558830	169,4

1.4.3. Les arbres fruitiers de la wilaya de Khenchela

L'activité des arbres fruitiers est l'une des activités agricoles les plus importantes de la wilaya de Khenchela où la zone 9.000 ha, L'État a enregistré un développement remarquable dans ces cultures, en particulier dans la culture de la pomme dans les zones montagneuses, grâce à l'intérêt des agriculteurs et au développement des technologies agricoles de production ainsi que des mécanismes de soutien spécialisé Ceci est selon le tableau ci-dessous (DSA Khenchela 2022).

Tableau 04. Importance des arbres fruitiers dans la wilaya de khenchela (DSA Khenchela, 2022).

La saison	2019/2020	2020/2021	2021/2022
La superficie total (ha) dont pommier	7.200 4.500	7.300 4.500	9.000 6.000
La production total (q) dont pommier	1.700.000 1.471.100	1.820.000 1.600.000	1.888.600 1.656.700

1.4.4. L'importance de la culture du pommier dans la wilaya de khenchela

La production des pommes représenté 93 % de la production arboricole de la wilaya de khenchela, elle est classée la deuxième au niveau national, La région a connu un saut

quantique en termes de modèles de production, de sorte que les implants intensifs sont actuellement les plus largement utilisés. Les agriculteurs ont eu tendance à introduire des technologies modernes, ce qui a contribué à augmenter la production en quantité et en qualité, c'est ainsi qu'il est devenu Le produit de la région en tête des premières positions ces dernières années (DSA Khenchela, 2022).

Tableau 05. L'importance du pommier dans la wilaya de khenchela (DSA Khenchela, 2022).

Espèce	prévision de production (q)	La superficie en rapport (ha)	Superficie récoltée (ha)	Production obtenue (q)	Rendement q /ha
Pommier	1 900 000	4 800 0	4 800	1 756 700	366

1.4.5. khenchela un pôle du pommier

La wilaya de Khenche et l'un des pôles agricoles les plus importants en Algérie pour la culture du pommier, et le pôle comprend plusieurs communes, dont les plus importantes sont dans tableau ci-dessous (DSA Khenchela, 2022).

Tableau 06. Pôles du pommier dans la wilaya de khenchela (DSA Khenchela, 2022).

Les commune	la superficie total (h)	La superficie de reproduction (h)	La production (q)	Rendement (q /h)
Bouhmama	2190	1939	872550	450
Msara	754	702	280800	400
Chélia	860	739	332550	450
Yabous	352	316	142200	450
Totale	4156	3696	1628100	440

1.4.6. Les principales variétés de pommier à khenchela

En premier on trouve la Golden delicious : avec une superficie estimé à 50% de la superficie allouée aux pommes, viens ensuite la Reine des reinettes : avec une superficie estimé à 5% et de rendement 380 q/h, puis viennent ensuite des variétés telles la Grany Smith, Top Red, Royal Gala et la Star Krimson (DSA Khenchela, 2022).

***CHAPITRE II. SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES
INSECTES RAVAGEURS ET LES
MALADIES DES CULTURES DU
POMMIER***

2.1 Les principales maladies du pommier

A l'instar des espèces fruitières cultivées, le pommier est attaqué par différentes maladies et insectes (Figure 6). On peut citer les champignons, les bactéries, les virus, les mycoplasmes, les pucerons et les nématodes (Blommers, 1994; Janick et Moore, 1996).



Figure 6. Dégâts des maladies et des ravageurs du pommier. (A): Symptômes de la Tavelure; (B): Dégâts de carpocapse sur une pomme; (C): Colonie de pucerons cendrés sur une pousse de pommier; (D): Symptômes de la Moniliose sur les pommes; (E) Dégâts de pucerons des galles rouges sur feuilles; (F): Fleurs avortées infectées par l'Oïdium du pommier; (G): Colonie active de pucerons lanigères sur des pousses de pommier; (H): Chancre européen sur le tronc d'un jeune pommier.

La plupart des troubles entraînent une perte de rendement important. Ces pertes causées par les différentes maladies peuvent être extrêmement variables en fonction de la vigueur de l'agent pathogène. Certains sont capables de tuer l'arbre entier, d'autres infectent les fruits et les rendre invendables, tandis que d'autres ne peuvent causer que des symptômes mineurs (Ahmadi-Afzadi, 2012).

Les ennemis de pommier les plus fréquentes sont celles de la tavelure, de l'oïdium, des pucerons, du carpocapse, de la cochenille et des acariens (Tableau 7). La lutte contre ces maladies représente une dépense économique annuelle importante pour les agriculteurs dans la plupart des régions productrices de pommes. Le producteur doit lutter contre les maladies comme la tavelure dès le début de la saison, ainsi que contre les maladies d'été et certaines maladies liées à la conservation. Une approche bien intégrée est généralement nécessaire pour réussir la gestion des maladies, par exemple, l'application de fongicides, la sélection de porte-greffes et des variétés résistantes ou tolérantes et la lutte biologique (Jönsson, 2007 ; Dewasish and Amal, 2010).

Tableau 7. Principaux ennemis du pommier (Blommers, 1994; Janick et Moore, 1996).

Groupe	Nom français	Nom scientifique
Insectes		
Lépidoptères	Le carpocapse La tordeuse orientale La tordeuse pâle du pommier La phalène brumeuse La zeuzère Le cossus gâte-bois La sésie du pommier La mineuse du pommier Le cémiostome du pommier	<i>Cydia pomonella</i> L. <i>Cydia molesta</i> Busck <i>Pseudexentera mali</i> Freeman <i>Operophtera brumata</i> L. <i>Zeuzera pyrina</i> L. <i>Cossus cossus</i> L. <i>Synanthedon myopaeformis</i> Borkh. <i>Phyllonorycter blancardella</i> Fabricius <i>Leucoptera malifoliella</i> Costa
Hémiptères	Le puceron cendré du pommier Le puceron vert non migrant du pommier Le puceron vert migrant du pommier Le puceron lanigère du pommier Le puceron des galles rouges La lygide du pommier La punaise terne La cicadelle blanche du pommier La cochenille ostréiforme La cochenille virgule du pommier	<i>Dysaphis plantaginea</i> Passerini <i>Aphis pomi</i> De Geer <i>Rhopalosiphum insertum</i> Walker <i>Eriosoma lanigerum</i> Hausmann <i>Dysaphis</i> spp. <i>Lygidea mendax</i> Reuter <i>Lygus lineolaris</i> Palisot de Beauvois <i>Typhlocyba pomaria</i> McAtee <i>Quadraspidiotus ostraeiformis</i> Curtis <i>Lepidosaphes ulmi</i> L.
Diptères	La mouche de la pomme La cécidomyie des feuilles	<i>Rhagoletis pomonella</i> Walsh <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
Acariens		
	L'acarien rouge L'acarien jaune Le phytopte libre du pommier	<i>Panonychus ulmi</i> Koch <i>Tetranychus urticae</i> Koch <i>Aculus schlechtendali</i> Nalepa
Maladies		
Champignons	La tavelure du pommier L'oïdium Le chancre du collet La moniliose Le chancre européen	<i>Venturia inaequalis</i> Cooke <i>Podosphaera leucotricha</i> Ell. & Ev. <i>Phytophthora cactorum</i> Lebert & Cohn <i>Monilia fructigena</i> Aderhold & Ruhl. <i>Nectria galligena</i> Bresad.
Bactéries	Le feu bactérien Le flétrissement des bouquets floraux	<i>Erwinia amylovora</i> Burrill <i>Pseudomonas syringae</i> Van Hall
Virus	La mosaïque du pommier	Genus: <i>Ilarvirus</i>
Nématodes		
	Le nematode des lésions Le nématode à galle Le nématode dague américain	<i>Pratylenchus vulnus</i> Allen & Jensen <i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White <i>Xiphinema americanum</i> Cobb

En Algérie le pommier est sujet à plusieurs attaques de ravageurs qui provoquent des dégâts importants, mais seuls quelques ravageurs, qui sont nuisibles et fréquents occupent une place importante dans le programme phytosanitaire des vergers. Il s'agit du carpocapse, les pucerons (surtout le puceron cendré), les acariens et dans une moindre mesure les cochenilles (Hadbi et al. 2015).

Les producteurs de pommier en Algérie rencontrent de nombreuses difficultés pour lutter contre ces ennemis comme le cas du contrôle du puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*, Passerini, 1860) qui montre de plus en plus une résistance accrue vis à vis aux insecticides (Delorme et al. 1999 ; Lešnik et al. 2005 ; Cross et al, 2007). En Effet, il est considéré comme la plus dangereuse espèce de pucerons qui attaquent le pommier (Miñarro et al. 2005). À lui seul, cause plus de dommages que tous les autres pucerons en vergers de pommiers (Forrest et Dixon, 1975).

2.2 Les ennemis naturels de ces ravageurs

Les ennemis naturels des ravageurs présentés ci-dessus sont répertoriés dans le tableau 2. Il convient toutefois de noter que toutes les espèces appartenant aux familles présentées ne sont pas des ennemis naturels, mais que ces familles comprennent au moins une espèce d'ennemi naturel. Certains ennemis naturels sont des prédateurs : ils dévorent les nuisibles et peuvent généralement se nourrir d'autres petits arthropodes. D'autres sont des parasites : la larve pond ses œufs dans le corps de l'hôte (œuf, larve ou imago), où la larve se développe dans le corps de l'hôte, provoquant la mort de celui-ci. La larve quitte ensuite le corps de l'hôte lorsqu'elle atteint le stade imaginal. (Ricard et al, 2012 et Boyer et al, 2017).

Les prédateurs n'exercent pas tous une régulation biologique pendant l'intégralité de leur cycle de développement. Pour certaines familles (syrphes, cécidomyies), seule la larve est prédatrice, tandis que pour d'autres (coccinelles, staphylins) la larve et l'imago sont tous deux prédateurs. Pour les familles dont seule la larve est prédatrice (syrphes, cécidomyies, chrysopes) ainsi que pour les parasitoïdes (tachinaires, guêpes parasitoïdes), la survie des imagos dépend d'autres ressources alimentaires.

La majorité des ennemis-naturels ont un développement holométabole ; leur stade imagal et leur stade larvaire exploitent différemment leur milieu en consommant des ressources différentes, ce qui permet de limiter la compétition intra-spécifique pour les ressources. Les différents stades ne possèdent donc pas les mêmes appareils buccaux. Les imagos de ces

familles sont des pollinisateurs, leur survie dépend donc de la présence de nectar et de pollen. Ils peuvent également, dans une moindre mesure, consommer le miellat excrété par les pucerons (les tachinaires en revanche s'alimentent quasi-exclusivement du miellat des pucerons). Notons que pour certaines familles (coccinelles et carabes), les imagos ont un régime mixte comprenant des arthropodes et des ressources en nectar et pollen.

Tous les ennemis naturels ne sont pas aussi spécifiques. Les prédateurs généralistes consomment une variété d'arthropodes, tandis que les prédateurs spécialisés ne consomment qu'un seul type de proies (comme les pucerons). Il en va de même pour les parasites : les tachinidés peuvent parasiter de nombreux insectes, tandis que les espèces de guêpes parasites sont généralement limitées à un seul type de proie, voire à un seul genre ou espèce.

Il existe donc une grande diversité parmi les ennemis naturels, en termes de type d'organisation, de stade d'organisation et de spécificité, ainsi que de type d'organisation biologique, de capacité de propagation et de période d'activité. (Ricard et *al*, 2012 et Boyer et *al*, 2017).



Figure 7. Syrphe porte-plume ; Larve de chrysope ; Coccinelle à 7 points. (GAFAM, 2020).

***CHAPITRE III. PRESENTATION
DE LA REGION DE KHENCHLA***

3.1 Situation géographique

Khenchela est une wilaya Nord-est Algérien. Elle compte 390 702 habitants sur une superficie de 8 440 km². La densité de population de la Wilaya est donc de 46,3 habitants par km². Les communes les plus grands sont celle de Khenchela, El Mahmal et Babar parmi les 21 communes qui la compose.

Le Climat principale qui domine la wilaya est semi-aride sec et froid avec des précipitations qui ne dépasse pas les 400 mm. La Wilaya de Khenchela est divisée en 8 daïras : le daïra de Khenchela, le daïra de Babar, le daïra de Bouhmama, le daïra de Chercher, le daïra d'El Hamma, le daïra de Kais, le daïra d'Ouled Rechache et le daïra d'Ain Touila (Figure 8) (D.B., 2019).

3.1.1 Localisation

Selon R.M. KH., (2013) la wilaya est située sur les hauts plateaux à l'Est du pays. Elle est limitée :

- La Wilaya D'Oum El Bouaghi au Nord.
- Les Wilayas de Batna et Biskra au Sud Ouest.
- La Wilaya d'El Oued au Sud.
- La Wilaya de Tébessa à l'Est.

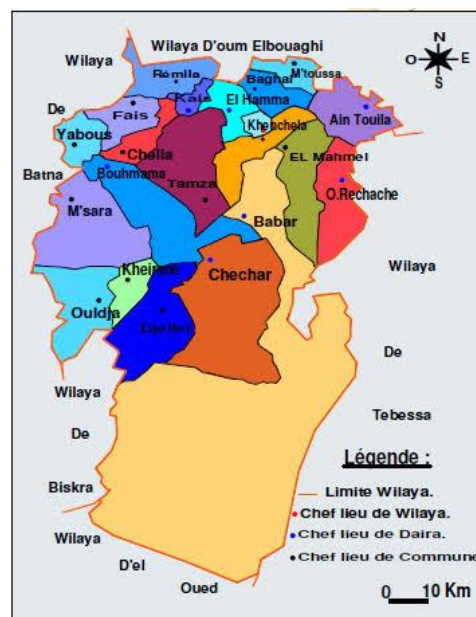


Figure 8. Carte géographique de la wilaya de khenchela (Hydro projet, 2015).

3.2 le milieu physique

3.2.1 Relief :

Sa structure physique est très hétérogène. Elle se caractérise par trois régions naturelles distinctes :

a. Les hautes plaines au nord : couvrent 15 % du territoire. C'est une région de plaines à fortes potentialités hydrique qui offrent de grandes possibilités pour le développement agricole.

b. Les zones montagneuses : occupe les parties centrales et ouest de la wilaya avec 36 % du territoire (les massifs des Aurès et les monts de Nememchas).

c. Les parcours steppique et sahariens : qui couvrent la moitié sud de la wilaya avec 49 % de la superficie totale (région à vocation pastorale) **(D.S.P., 2015)**.

3.3 Condition climatique :

Les données climatiques nécessaires à notre étude pour les deux sites de la wilayas de Khenchela sont recueillies auprès de la station météorologique d'El-Hamma (Khenchela) qui caractérise le mieux notre zone, elle est distante d'environ 10 km au Sud de La Garaet de Timerganine et de 16 km de la Sebkheth Ouled Amara (Tableau 09).

Les données climatiques de différents paramètres de l'année la plus récente 2018 de la région d'étude sont présentées dans le **(tableau 8)**.

Tableau 8. Moyenne des données météorologiques de la wilaya de Khenchela. **Les données climatique de la station météorologique d'El Hamma (2018).**

Mois	T (C°) Min	T (C°) Max	T (C°) Moyen	P (mm)	E (mm)	I (h)	T de l'air (C°)	H (%)	V (m/s)
Janvier	3,4	13 ,4	8,4	1	110	215	8,20	59,73	4,21
Février	1,9	9,9	5,9	39	45	138	5,65	71,38	3,21
Mars	6,6	15,9	11,2	40	111	183	10,75	58,68	5,25
Avril	8,1	21 ,2	14,7	49	99	248	14,29	61,18	3,41
Mai	10,2	22,6	16,4	80	87	228	16,08	68,64	2,87

Juin	14,3	29,6	21,9	23	170	336	21,81	50,84	3,02
Juillet	21,2	37,7	29,4	6	238	128	28,89	30,50	3,55
Aout	16,2	29,3	22,9	72	81	247	22,16	61,45	2,12
Septembre	15,9	28,3	22,1	42,3	71	228	21,51	60,30	2,11
Octobre	10,7	19,2	15	97	88	166	14,51	71,06	2,71
Novembre	6	15,8	10,09	6	73	188	10,69	68,30	0,99
Décembre	3,09	14,09	8,11	4,4	44,8	193	8,12	69,07	0,53

3.3.1. Température :

La température dans cette région a une variation très importante, où la température la plus basse se produit en décembre à 3°C et la température la plus élevée se produit en Juillet 37°C, moyenne annuelle 16°C.

3.3.2. Précipitations :

Les précipitations sont affectées par de nombreux facteurs, le plus important étant les changements de Le climat affectant sa distribution annuelle est sporadique. Selon les données de Tableau. Les mois les plus humides en 2018 ont été août, septembre et octobre, puis Les trois mois de mars, avril et mai. Le mois avec le moins de précipitations est novembre. En décembre, janvier et juillet, cela a créé une contradiction. Bien que cette année soit Humide en raison du climat semi-aride, puisqu'il dépasse 400 mm, mais toujours sec.

3.3.3. Évaporation :

L'évaporation est un paramètre très important en agriculture car cela signifie L'eau perdue doit être restituée en irriguant les cultures. Selon les données de Tableau. Les mois avec la plus forte évaporation sont juillet, juin et mars. Il faut un Répondre aux besoins en eau des cultures. L'évaporation annuelle mesurée dépasse 1200 millimètres est un nombre indiquant l'aridité de la région.

3.3.4. Isolation :

Les paramètres d'insolation sont très importants dans cette zone, surtout pendant la période Eté. D'après les données du tableau 7, la période de quarantaine dans cette zone est de 2525

h/an, le mois le plus ensoleillé est juin, avec 336 heures, et le mois des moines L'ensoleillement est février avec 138 heures. La moyenne maximale est de 274 heures sur des mois Août. La durée d'ensoleillement moyenne la plus faible est de 138 heures en février.

Synthèse climatique

Les températures de la zone d'étude connaissent d'énormes fluctuations au cours de l'année, elles sont très basses en hiver, le mois de janvier est le mois le plus froid avec de température de 2.6 C°, mais très élevée en été, Juillet est le moins le plus chaud avec une température de 39.6 C°. Selon le tableau (Tableau 08), on remarque que la pluviométrie annuelle est de 469 mm. Le mois de mai, est le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 68.1 mm et le mois de juillet est le mois le plus sec avec 16.55mm.

3.3.5 Climogramme d'Emberger

Le **Q2** pour la période de 1998-2013 est de **43.47**. Le quotient d'Emberger situe la wilaya de Khenchela dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (**Figure 21**).

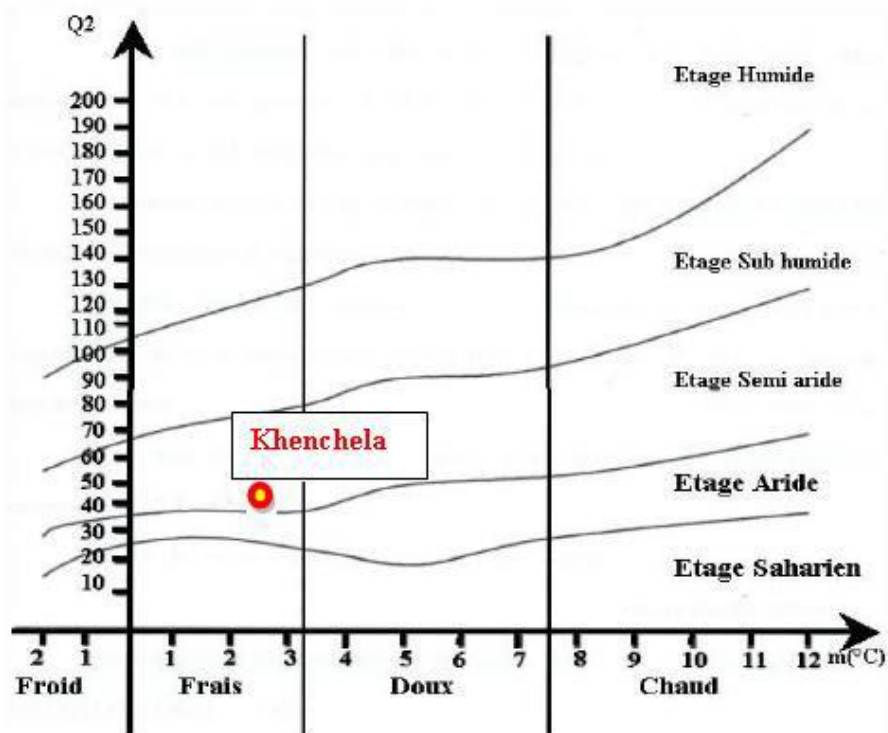


Figure 09. Position de la région de Khenchela dans le Climatogramme d'Emberger.

3.3.6 Diagramme pluviothermique de Gaussen

Le diagramme de Gaussen (**Figure 22**) pour la période 1998-2013, Avec $P=2T$ montre que l'année est répartie en une saison sèche allant de juin à septembre et une saison humide le reste de l'année.

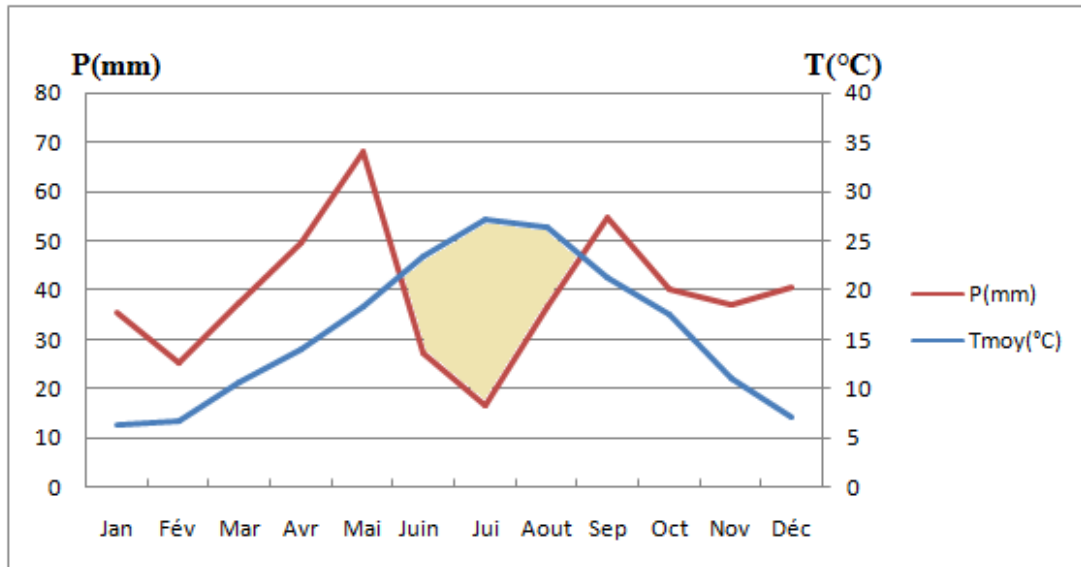


Figure 10. Diagramme pluviothermique de la région de Khenchela.

CHAPITRE IV.
MATERIELS ET METHODES

4.1 Présentation du site d'étude

Le travail a été réalisé dans la wilaya de Khenchela dans un verger de pommiers de la commune d'El Hamma. Le choix de ces vergers repose sur les critères suivants :

- ✓ Accessibilité au terrain,
- ✓ Diversité floristique de verger choisi,
- ✓ Absence de traitements phytosanitaires.

4.1.1 Présentation de la commune d'EL Hamma

La commune d'EL Hamma est située au Nord de la wilaya de Khenchela à une distance de 4 km, limitée par une latitude de 35° 27' 49" Nord, et longitude de 7° 04' 57" Est (DPAT, 2015).

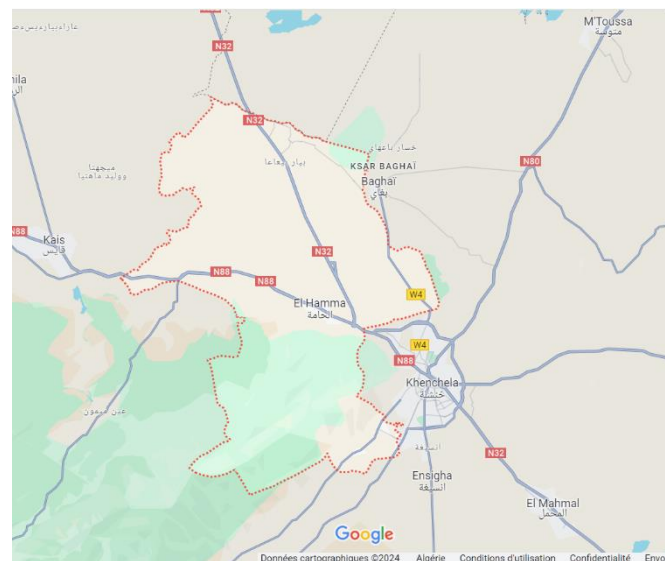


Figure 11 : Localisation géographique de la commune d'El Hamma dans la wilaya de Khenchela (google maps, 2024).

4.1.2 Présentation de la station d'étude

Le verger de pommiers étudié est situé à l'intérieur des frontières de la région de El Hamma, à proximité de la région d'Ain Mimoun, d'une superficie d'environ deux hectares. Le verger contient 200 arbres à pollen plantés de façon traditionnelle, de la variété Golden Delicious, avec un espacement de 3 mètres entre chaque arbre.

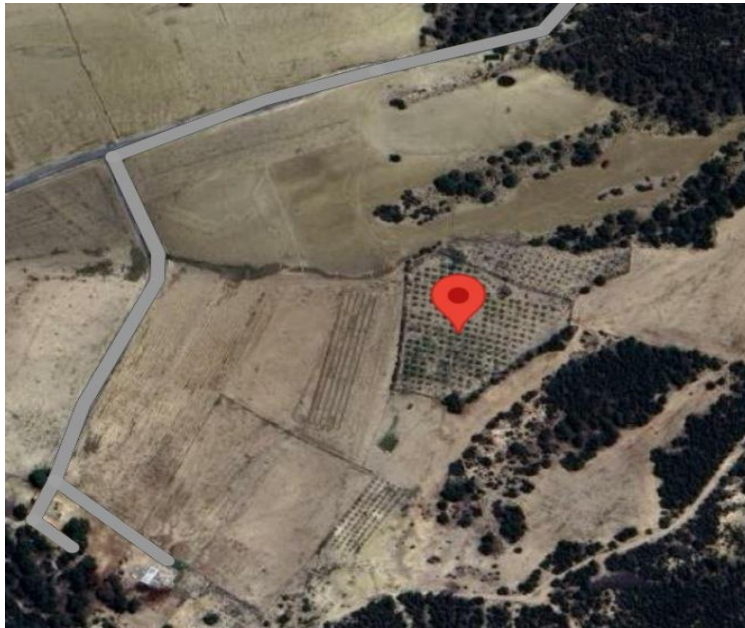


Figure 12 : Image satellite du verger de la station d'étude (Google Earth, 2024).



Figure 13 : Verger d'arbres de pommier dans la commune d'El Hamma (Original ,2024)

4.2 Matériels végétal (pommier)

La variété de pommier utilisée dans notre travail est Golden Delicious. Il est originaire des États-Unis et a été planté par hasard en 1880. Malgré son déclin, elle reste la principale variété cultivée en Algérie.

La couleur du fruit va du jaune verdâtre au jaune doré clair, et il est de forme ronde à tronconique. Sa taille est très grande. Sa texture est croquante et pleine de jus. La saveur est

riche et sucrée, et son acidité varie entre 4 et 6 g/L. Les pommes ont une longue durée de conservation et sont sensibles à la manipulation. Le fruit Recueilli en septembre (TRILLOT et *al.* 2002).



Figure 14 : Pomme de la variété Golden Delicious (site web).

4.3 Matériels expérimentales utilisés

Pour capturer les insectes au niveau de la station différents procédés et matériaux ont été utilisé pour réaliser un inventaire.

4.3.1 Sur le terrain

Les équipements que nous avons utilisés pour échantillonner les arthropodes sur le terrain, nous avons choisi d'utiliser les pièges suivants :

4.3.2 Pots Barber

Ces pièges sont constitués de boîtes métalliques de 10cm de profondeur et entrées verticalement de manière à ce que l'ouverture soit au niveau du sol. Ils servent à capturer des types d'arthropodes au sol. Comme les Coléoptères et autres. Rempli d'eau savonneuse à environ 2/3 de leur capacité. De la terre est rempli autour des pots pour éviter l'effet barrière sur les petites espèces.



Figure 15 : Installation des pots barber dans le sol (Originale, 2024)

4.3.2.1 Avantages

Cette méthode est facile à mettre en œuvre sur le terrain. Il ne nécessite pas de gros moyens, juste une casserole, de l'eau et du détergent. Il peut attraper toutes les espèces d'Arthropodes qui passent à côté du pot (BENKHELIL, 1991).

4.3.2.2 Inconvénients

La méthode des pots barber présente quelques inconvénients. En effet, l'excès d'eau en cas de forte pluie, peut inonder les pots dont le contenu déborde entraînant vers l'extérieur les arthropodes capturés auparavant (BAZIZ, 2002).

4.3.3 Piège jaune

Dans nos expérimentations, nous avons utilisé huit récipients de couleur jaune de 5 cm de diamètre et 10 cm de profondeur, remplis aux deux tiers de leur hauteur avec de l'eau savonneuse. Il est placé à une hauteur de 1 mètre et accroche-le aux branches de l'arbre.



Figure 16 : Installation des pièges jaunes dans l'arbre (original ,2024).

4.3.3.1 Avantages

Selon BENKHELIL (1991), le grand succès du piège jaune est qu'il est très bon marché et peut être utilisé n'importe où avec un minimum de manipulation. Ils ne nécessitent aucune énergie et les pièges colorés peuvent être utilisés dans des zones reculées où d'autres technologies sont difficiles à utiliser.

4.3.3.2 Inconvénient

Ces pièges attirent plus les insectes volants que les pièges sur les herbiers.

4.3.4 Récolte à la main

C'est l'un des moyens les plus faciles et les plus simples de collecter des échantillons d'arthropodes, particulièrement les plus flexibles comme les populations de pucerons, car il maintient les pucerons en parfait état pour les analyses en laboratoire.

Les feuilles des arbres sont surveillées à chaque sortie. Placer les insectes collectés dans des flacons remplis d'alcool dilué à 70%.



Figure 17 : Capture à main des pucerons sur les feuilles de pommier (Original ,2024).

4.3.4.1 Avantages

Selon (BENKHELIL, 1991), la meilleure méthode pour fournir des données précises sur les plantes hôtes. Cette approche est l'une des techniques les plus efficaces pour détecter les associations trophiques entre les espèces.

4.3.4.2 Inconvénient

La récolte par cette méthode peut être réduite à un volume de plantes prescrit en raison du mouvement permanent de la faune. Par conséquent, la valeur quantitative de ces échantillons est donc comparative d'un jour à l'autre, en un même endroit et pour la même espèce entomologique (BENKHELIL, 1991).

4.3.5 Battage

Dans cette technique, on utilise un bâton et une nappe blanche (parapluie japonais) sous l'arbre et qui consiste à frapper les feuilles des arbres et arbustes pour faire tomber les insectes qui s'y cachent. Cette technique ne convient qu'aux insectes aptères comme les chenilles, les araignées et les coléoptères.



Figure 18 : Technique de battage sur un pommier (Original ,21024).

4.3.6 Le dispositif d'échantillonnage :

Nous avons placé les pièges dans le verger de pommiers étudié de la manière suivante (**Figure 19**).

Nous installons 8 pièges jaunes et 8 pots barber en rangée, avec une distance de 25 m entre chaque piège, ce qui signifie que sur 25 arbres, il y avait un piège jaune et pots barber.

Le placement des pièges était irrégulier en raison de la localisation du verger et de la plantation irrégulière des arbres.

Nous avons collecté des données totales sur les insectes lors des 10 sorties.

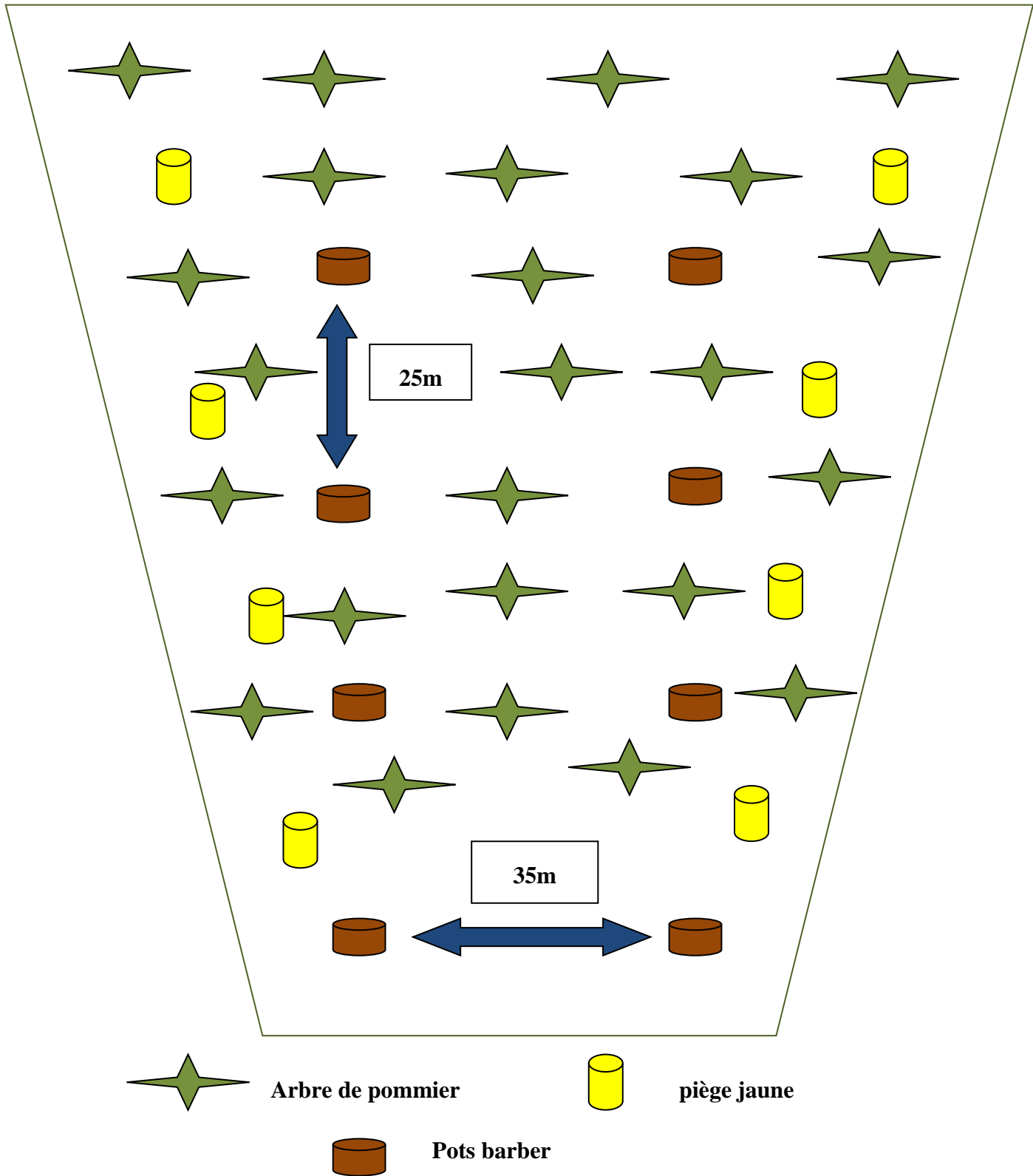


Figure 19 : Présentation de notre dispositif expérimental dans le verger d'étude.

4.3.7 Méthodologie de travail :

- **Calendrier des sorties et échantillonnage**

La période d'échantillonnage s'est étendue sur deux mois consécutifs, de la mi-mars à la mi-mai. L'échantillonnage est réalisé pendant 10 sorties, Les dates des sorties et les méthodes d'échantillonnage appliquées sur chaque verger prélevé de quatre manières différentes : capture visuelle à la main, piège colorée (jaune), pots barber et le battage sont précisées dans le tableau 9.

Tableaux 9 : calendrier des sorties dans la période d'étude.

Les pièges	Récolte à main	Pots barber	Piège jaune	Battage
Les dates des sorties	22/03/2024	22/03/2024	22/03/2024	26/04/2024
	28/03/2024	28/03/2024	28/03/2024	05/05/2024
	05/04/2024	05/04/2024	05/04/2024	10/05/2024
	19/04/2024	13/04/2024	13/04/2024	
	26/04/2024	19/04/2024	19/04/2024	
	10/05/2024	26/04/2024	26/04/2024	
		05/05/2024	05/05/2024	
		10/05/2024	10/05/2024	
		17/05/2024	17/05/2024	

- **Matériel d'échantillonnage :**

Pour réaliser l'inventaire des arthropodes, L'échantillonnage sur terrain a nécessité un matériel diversifié composé de :

- Les quatre pièges mentionnés ci-dessus.
- L'eau et savon
- Flacons
- Passoire et pince
- Alcool

4.3.8 Conservation d'échantillon

Certains spécimens d'arthropodes sont conservés dans des flacons contenant de l'alcool dilué à 70%. Avec des étiquettes écrites dessus indiquant la date de prélèvement de l'échantillon et le piège, au crayon.



Figure 20 : Conservation des insectes capturée dans des flacon(Original, 2024).

4.4 Au laboratoire

Après chaque sortie et selon les différentes méthodes de capture, les échantillons Récupérés sont analysés au laboratoire, en commençant par un premier tri qui consiste à séparer : la classe des insectes des autres Arthropodes. La deuxième étape consiste à trier les insectes qui ont un intérêt agronomique par ordre puis par famille et espèces si possible.

Les échantillons ramenés au laboratoire sont contrôlés sous la loupe binoculaire pour le triage et le comptage.

Les pucerons, les thrips, et autres insectes minuscules sont conservés dans des flacons contenant de l'alcool à 70° jusqu'à leur identification.

Au laboratoire, nous avons utilisé les instruments suivants :

- Loupe binoculaire
- Loupe optique
- Boîtes de pétri

- Forceps
- Ethanol absolu
- Les tubes
- Lame et lamelle
- Flacons d'échantillon



Figure 21 : photos de matériel utilisé en laboratoire (Original, 2024).

Après chaque sortie, les échantillons sont prélevés au laboratoire, analysés et triés.

Les insectes d'importance agricole sont triés par ordre, puis par famille et espèce, si possible.

Les échantillons apportés au laboratoire sont examinés sous une loupe binoculaire pour le triage et le comptage.

Les espèces identifiées sont placées dans des tubes et conservées en laboratoire.

4.5 Identification

Les espèces triées seront ultérieurement déterminées au laboratoire sous une loupe binoculaire. Pour qu'ils sont identifiés en se basant sur les caractères morphologiques.

Selon PIHAN., (1986) des clés simplifiées de détermination permettent de parvenir à identifier jusqu'à l'ordre soit à partir de caractères précis, tels que les ailes et pièces buccales, soit à partir de caractères plus globaux. Pour chaque ordre, une clé spéciale permet de pousser la détermination jusqu'à la famille.

4.6 Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Après avoir traité les résultats par la qualité d'échantillonnage, l'exploitation des résultats obtenus est réalisée par des indices écologiques de composition et de structure et par des techniques d'analyse statistique.

4.6.1 Indices écologiques de composition appliqués au Arthropodes échantillonné dans le milieu étudié

Les indices écologiques de composition retiennent l'attention sont les richesses totales (S) et moyenne (Sm), la fréquence centésimale (F.C.) ou abondance relative.

a) Richesse spécifique totale (S) : la richesse spécifique totale qui est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984 ; Ramade, 2003).

b) Richesse moyenne : la richesse moyenne correspond au moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope (Ramade, 2003).

c) Fréquence centésimales (L'abondance relative) : D'après Dajoz (1971), la fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce donnée par rapport au total des individus. Elle est calculée par la formule suivante :

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

ni : est le nombre d'individus d'une espèce donnée.

N : est le nombre total d'individus de toutes les espèces confondues.

*CHAPITRE V. RESULTATS ET
DISCUSSION*

5.1 Les résultats obtenus par la qualité d'échantillonnages par les différentes méthodes dans la parcelle d'étude.

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces capturées à l'aide différentes méthodes d'échantillonnages au cours de 10 relevés (04 pour le battage) dans la région d'étude sont regroupés dans le tableau 10.

Tableau 10. Qualité d'échantillonnage (**a/N**) des espèces par les différentes méthodes dans la parcelle d'étude d'El Hamma.

Indice Type de piège	Nombre de relevé (N)	Nombre d'espèces observées une seule fois en un seul exemplaire (a)	a/N
Pièges colorés	10	12	1.2
Pots Barber	10	07	0.7
Capture à main	10	03	0.3
Battage	04	01	1.0

Le nombre des espèces vues une seule fois en un seul exemplaire grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage adopté durant notre étude, sont très variables d'un type de piège à un autre. Le rapport a/N est de 0,3, 0,7, 1 et 1,2 respectivement, ce qui nous laisse à dire que la qualité de l'échantillonnage est qualifiée comme assez bonne pour les différents modes de capture et montrent que l'effort de piégeage est insuffisant. Dans ce cas, les espèces observées une seule fois durant notre étude sont classées comme des espèces accidentelles et nous devons augmenter le nombre de relevés.

5.2 Exploitation des résultats par l'indice écologique de composition

Les résultats concernant les espèces échantillonnés grâce à l'utilisation des différents échantillonnages sont exploités à l'aide d'indices écologiques de composition qui sont : les richesses totale et moyenne et à l'abondance relative.

5.2.1 Richesse totale et moyenne des espèces capturées.

Le tableau (11) représente la richesse totale et moyenne des espèces capturées par différentes méthodes d'échantillonnages.

Tableau 11. Valeurs de la richesse totale et moyenne des espèces capturées par différentes méthodes d'échantillonnages.

Type de piège \ Type d'indice	Pièges colorés	Pots Barber	Piège à main	Battage
Richesse totale	40	41	06	01
Nombre de relevés	10	10	10	04
Richesse moyenne (Sm)	4	4.1	0.6	0.25

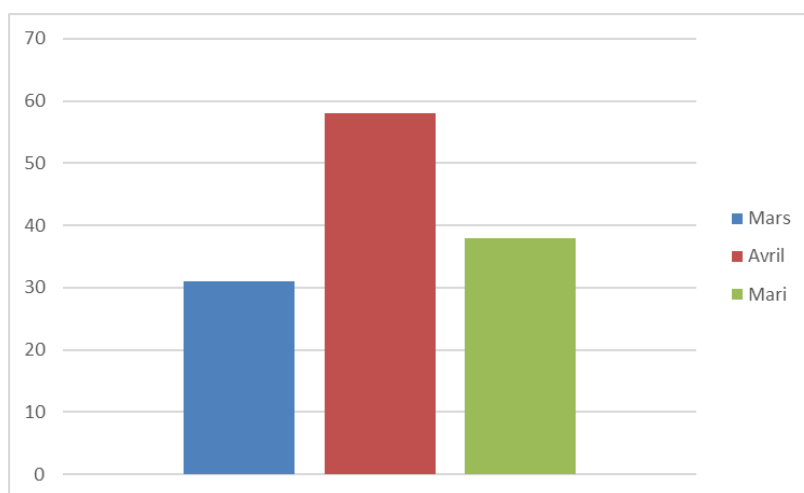
Les valeurs de la richesse totale des espèces capturées par différentes méthodes d'échantillonnage varient. La valeur la plus élevée est de 41 espèces dans les pots Barber avec une richesse moyenne de 4.1 et la valeur la plus basse est de 01 espèces capturées par la technique du battage avec une richesse moyenne de 0.25.

5.3 Indices écologiques et de biodiversité

5.3.1 Indices écologique de composition

5.3.1.1 Richesse spécifique

Selon le graphe ci-dessous (Figure 22) nous avons constaté que la richesse spécifique (S) de la station étudiée est faible au mois de Mars puis elle s'élève au mois d'Avril où elle enregistre les valeurs les plus élevées à ce mois, puis elle diminue de nouveau au mois de Mai.

**Figure 22.** Evolution mensuelle de la richesse spécifique au niveau de la station d'étude.

Pour évaluer la richesse spécifique des espèces étudiées en fonction des mois nous avons présenté la Figure 23, les résultats projetés dans cette dernière révèlent que La famille des Cicadellidae est la plus riche en espèces par rapport aux autres familles. Cette richesse est très marquée au mois de Mai. La famille des Empididae vient en deuxième position et également cette richesse est marquée au mois de Mai, suivie par la famille des Aphididae qui elle aussi montre une richesse au mois de Mai, le reste des familles qui contrairement aux trois autres familles précédentes elle montre une richesse plus au moins homogène durant les différents mois d'étude.

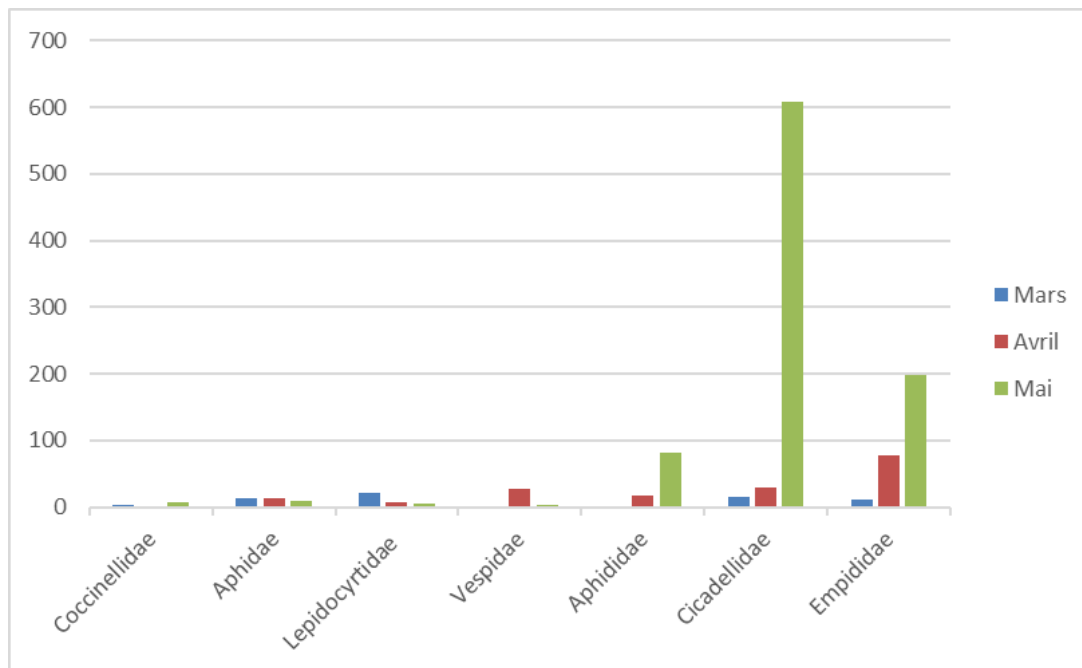


Figure 23. Richesse spécifique des familles inventoriée en fonction des mois.

5.4 Résultats de l'inventaire global de l'Entomofaune.

Les espèces dénombrées dans le verger d'El Hamma durant les deux mois d'observations (de mi-mars 2024 à mi-mai 2024) sont regroupées par ordres puis classées sur une liste systématique.

L'identification des captures est réalisée au niveau du genre et de l'espèce pour la majorité des familles avec l'aide de taxonomistes spécialisés. Divers documents sont également consultés.

La liste reste loin d'être exhaustive vue que plusieurs espèces ont échappé à l'identification.

Pour avoir une idée globale sur l'importance des principaux ordres d'insectes dénombrés, nous avons

dressé un tableau récapitulatif dans lequel est précisé le nombre d'espèces par ordre dans le verger étudié de la région de Khenchela (**Tableau 12**).

Tableau 12. Répartition des arthropodes inventoriés par ordre au niveau du verger d'étude de la région d'El Hamma.

Ordre	Nombre d'espèces
Coleoptera	18
Hemiptera	10
Hymenoptera	8
Diptera	7
Araneae	2
Orthoptera	2
Lepidoptera	2
Thysanoptère	1
Enthomobryomorpha	1
Symphypleone	1
Névroptère	1
Isopoda	1
Total = 12	54

L'étude ainsi faite, révèle la présence de 57 espèces d'arthropodes réparties en 12 ordres (**Figure 24**).

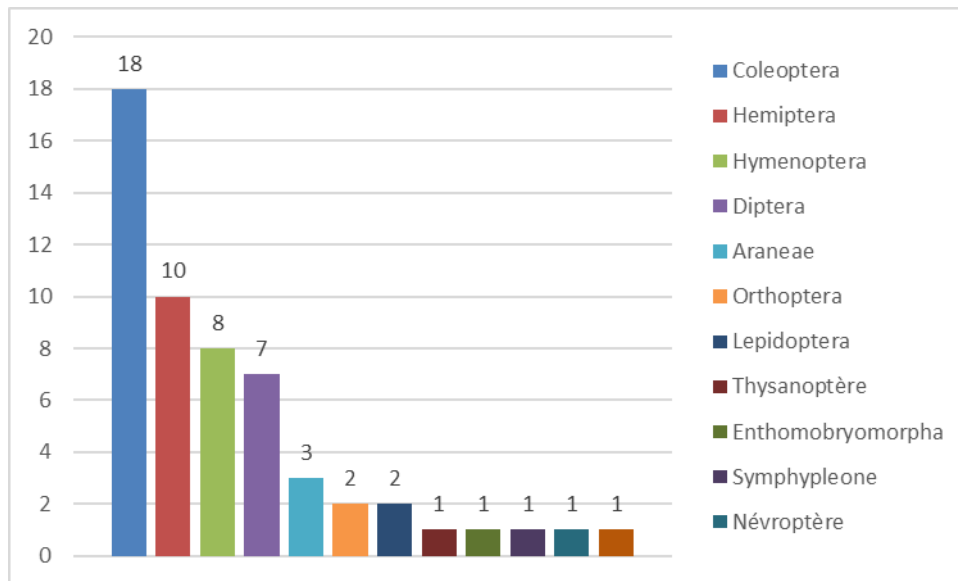


Figure 24. Nombre d'espèces par ordre Entomofaunique dans la région d'étude.

Le graphique ci-dessus montre que l'ordre des Coléoptères est quantitativement le mieux représenté avec 18 espèces, suivit par les Hémiptères et les Hyménoptères comptant respectivement 10 et 08 espèces. Les Diptères, les Araignées, Orthoptères et les Lepidoptera occupent respectivement le quatrième, cinquième, sixième et septième rang avec 07, 03 et 02 espèces, suivis par les autres ordres qui sont faiblement représentés.

La liste de toutes les espèces d'arthropodes inventoriés durant les 02 mois d'observation (de la mi-mars 2024 à la mi-mai 2024) par plusieurs types de pièges, il s'agit des pièges colorés, les pots Barber, Le battage, et la récolte à la main. Dans le verger du pommier dans la région de d'El Hamma, est représentée dans le **tableau 13**.

Tableau 13. Espèces d'arthropodes inventoriés dans le verger d'El Hamma.

Ordre	Famille	Espèce	
Coleoptera	Buprestidae	<i>Buprestis octoguttata</i>	02
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>	08
		<i>Coccinella algerica</i>	07
	Curculionidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	11
	Carabidae	<i>Zabrus tenebrioides</i>	01
	Cleridae	<i>Trichodes alvearius</i>	02
	Scarabeidae	<i>Tropinote squalida</i>	05
		<i>Phyllophaga plaei</i>	06
		<i>Phyllophaga plaei</i>	01
	Curculionidae	<i>Anthonomus pomorum</i>	06
	Ténébrionidae	<i>Eléode hispilabris</i>	01
		Indeterminé	01
	Chrysomélidae	<i>Charidotella sexpunctata</i>	01
	Cérambycidae	<i>Plagionotus floralis</i>	02
	Cérambycidae	<i>Macrotoma palmata</i>	01
Melyridae	<i>Clanoptilus rufus</i>	03	
Oedemeridae	<i>Ishnomera cyanea</i>	02	
Cantharidae	Indeterminé	06	
Hymenoptera	Pompilidae	<i>priocnémis perturbateur</i>	04
	Aphidae	<i>Aphis mellifera</i>	37
	Vespidae	<i>Poliste gallicus</i>	31
	Crysididae	<i>Chrysis ignita</i>	11
	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i>	05
	Formicidae	<i>Cataglyphis nodus</i>	34
<i>Solenopsis fugax</i>		07	
<i>Tapinomanegrrimum</i>		161	
Hemiptera	Géocoridae	<i>Geocoris mégacéphale</i>	02
	Aphididae	<i>Dysaphis plantaginea</i>	101

		<i>Alphis pomi</i>	190
	Rhyparochromidae	<i>Plinthisus woodwardi</i>	07
	Cicadellidae	<i>Euscelidius variegatus</i>	653
		<i>Typhlocyba pomaria</i>	51
		<i>Macrosteles fascifrons</i>	01
	Pentatomidae	<i>Pentatomide sp</i>	01
	Mirirdae	<i>Lygus pratensis</i>	02
	Reduviidae	<i>Triatoma infestans</i>	01
Diptera	Empididae	<i>Rhamphomys sulcata</i>	291
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	37
		<i>Neomyia cornicina</i>	04
	Syrphidae	<i>Parageron straitus</i>	08
		<i>Eumerus funeralis</i>	13
	Bombyliidae	<i>Phtiria vagans</i>	04
Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	31	
Araneae	Gnaphosidae	<i>Indeterminé</i>	03
	Thomisidae	<i>Thomisidae sp</i>	01
	Lycosidae	<i>Lycosidae sp.</i>	01
Orthoptera	Gryllinae	<i>Gryllodes sigillatus</i>	03
		<i>Gryllus veletis</i>	01
Thysanoptère	Thripidae	<i>Thrips physapus</i>	12
Lepidoptera	Tortricidae	<i>Indeterminé</i>	01
	Noctuidae	<i>Caradrina clavipalpis</i>	01
Enthomobryomorpha	Lepidocyrtidae	<i>Lepidocyrtus cyaneus</i>	35
Symphyleone	Sminthurididae	<i>Sphaeridia pumilis</i>	03
Névroptère	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	02
Isopoda	Armadillidiidae	<i>Armadillidium vuglare</i>	03
Total = 12	42	54	1822

La lecture de la **figure 25**, montre que les espèces entomologiques recensées sont réparties en 42 familles dont celui des Coléoptères qui est le mieux représenté avec 14 familles différentes. L'ordre des Hyménoptères et les Hémiptères en deuxième position sont représentés par 7 familles, les Diptères avec 5 et les Araignées 3, les Lepidoptera avec 2 familles. Par contre les Orthoptères et les Isopodes et autres son représenté par une seule famille.

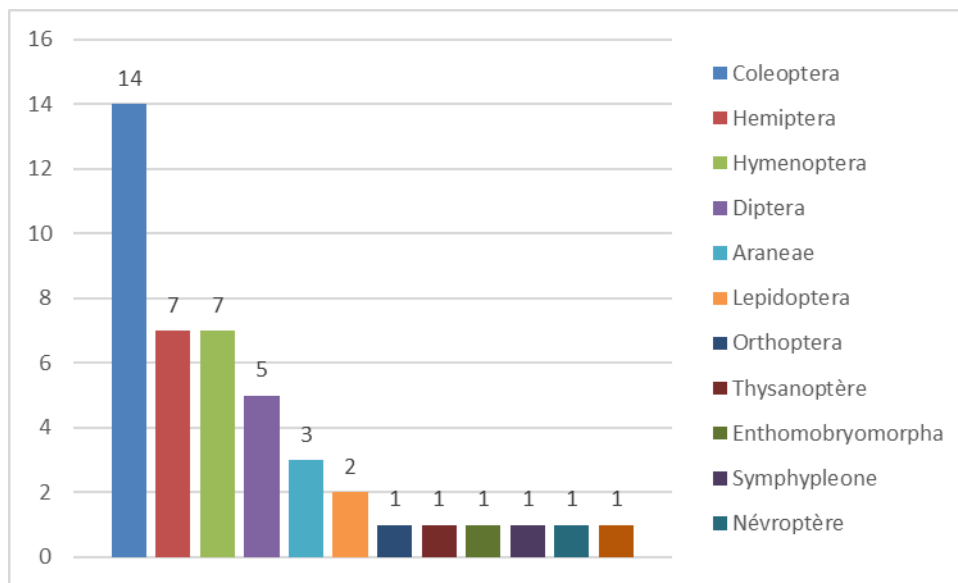


Figure 25. Importance des familles par ordre.

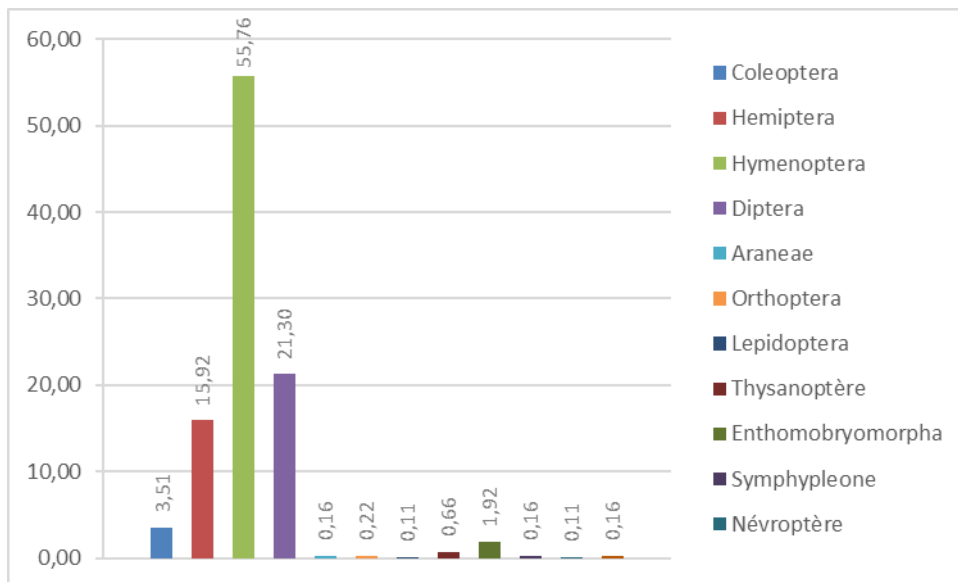


Figure 26. Pourcentage des espèces par ordre Entomofaunique dans la région d'étude.

Discussion :

L'étude de l'entomofaune dans le verger de pommier d'El Hamma dans la région des Khenchela durant deux mois consécutifs s'étalant de la période de mi-mars 2024 à mi-mai 2024 a permis de répertorier 54 espèces d'insectes repartis en 12 ordres et 42 familles. Ce chiffre est déjà élevé si l'on considère, à juste titre la durée, mais aussi que cet inventaire est encore incomplet. En effet, il est évident que certains nombres d'espèces ont échappé à nos observations. Il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire.

Par ailleurs, il est à noter que parmi ces espèces d'insectes capturés il y cohabite bon nombre d'espèces neutres vis-à-vis de cette culture, mais aussi beaucoup de ravageurs ainsi que des auxiliaires.

Nous remarquons toutefois, que l'ordre des Coléoptères est quantitativement le mieux représenté en nombre d'espèces (18) et de familles (14). D'après DAJOZ (2002), les Coléoptères constituent parmi les insectes les plus abondants et les plus riches en espèces dont selon CHATENET (1990) ; plus de 400.000 espèces sont décrites. Également, il est important de signaler la diversité de leurs formes, leurs riches coloris AUBERT (1999); KROMP (1999) et FLOATE et *al* (1990). Ainsi que la facilité de leur récolte et de leur conservation (PERRIER, 1927 ; BARNEY et *al*, 1986).

Les résultats obtenus se rapprochent de ceux obtenus par MARNICHE (2001) en Tunisie dans la région d'ICHKEUL ; qui a capturé 95 espèces de Coléoptères représentant la moitié des espèces inventoriées (195).

De même ; en France, PONEL (1983) ; qui s'est intéressé à connaître la communauté des arthropodes des dunes méditerranéennes Françaises a trouvé, que parmi les insectes, les Coléoptères représentent plus des deux tiers des espèces.

Ces résultats sont comparable avec ceux de (MAANDI A, et *al* 2020) qui ont réalisé une 'étude qualitative et quantitative de l'entomofaune des arbres fruitiers dans quatre vergers de deux régions (L'Akhdaria, El'As-nam) dans la wilaya de Bouira durant la période entre le 24/02/2020 jusqu'à 03/03/2020 par l'utilisation de trois méthodes d'échantillonnages à savoir méthode de la récolte à la main, les pièges jaunes, et les pots barber et qui ont récence 18 espèces dont l'ordre des homoptères avec 11 espèces, suivi par l'ordre des hyménoptères.

De même la richesse spécifique des familles inventoriées dans notre travail a montré que que La famille des Cicadelidae est la plus riche en espèces par rapport aux autres familles. Cette richesse est très marquée au mois de Mai. La famille des Empididae vient en deuxième position et également cette richesse est marquée au mois de Mai, suivie par la famille des Aphididae qui elle aussi montre une richesse au mois de Mai, le reste des familles qui contrairement aux trois autres familles précédentes elle montre une richesse plus au moins homogène durant les différents mois d'étude. Tel que la famille des Apidae qui sont des insectes pollinisateurs et qui contribuent dans la fécondation des plantes à la présence des ruches des abeilles près du verger et que la période de relevé de nos pièges a coïncidé la période hivernale ou la fécondation aura lieu.

La valeur de la richesse totale (S) d'arthropodes obtenue dans la station d'étude d'El Hamma révèle que cette dernière est plus importante au mois de Avril en comparaison avec le mois Mai, ces résultats rejoins les travaux de MEZRAG S., 2017 qui révèle que les effectifs des insectes est liée à la richesse de ressource alimentaire dans la saison hivernale et qui augmente avec l'évolution des stades phénologiques de la plante.

5.5 Résultat de la capture du bio agresseur puceron

Pendant la saison de piégeage étalée sur 08 semaines, nous avons identifié 02 espèces de pucerons (Tab. 08) appartenant à la famille des Aphididae.

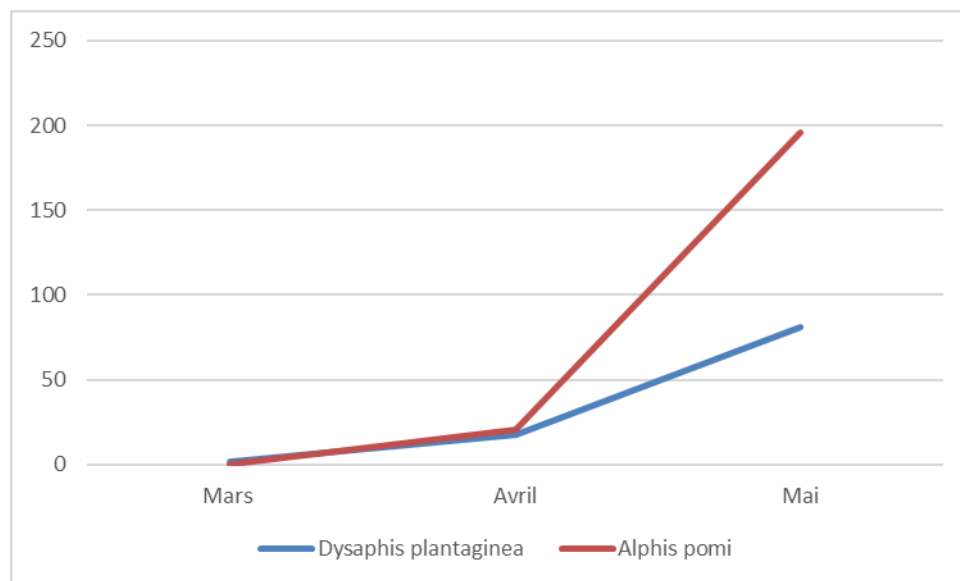


Figure 27. Suivi des espèces chez l'ordre des Aphididae

Le graphique ci-dessus représente le suivi des Hemiptera au niveau du site de notre essai, et met en évidence les présences des hyménoptères.

D'après les résultats mentionnés dans la **Figure 27**, nous notons que les Hemiptera sont absents durant le mois de mars et début d'Avril, son apparition n'arrive qu'à la fin avril et s'accroît en Mai.



Figure 28. Espèces de la famille des Aphididae.

Discussion :

Les aphides sont considérés pour l'instant comme de redoutables ravageurs pour les plantes cultivées. Ils affectent toutes les parties de la plantes (feuilles, fleurs et fruits) en causant leur destruction et dépréciation (BOUHROUA, 1987 ; HEMIDI et al., 2013 ; BOUALEM et al., 2014). (GACEM.K., 2019) lors de son étude on a recensé également la dominance de l'ordre des Homoptères (famille des aphides) dans le verger de d'El Hamma.

Lors de cette présente étude, les Homoptères sont représentés par une grande abondance pour la famille des Aphididés avec 291 individus, en effet les pucerons se nourrissent de la sève des végétaux, d'où leur abondance dans la végétation secouée. FERNANE (2009), note l'abondance des Hétéroptères dans le maquis arbustif, avec 29,13%.

Les pucerons sont répandus dans les zones tempérées et se reproduisent sur la plupart des plantes à des niveaux non préjudiciables soit en plein champs ou sous abri (Michael et Donahue., 1998). Rabasse (1985) indique que les pucerons sont parfaitement adaptés pour envahir très rapidement une culture sous serre, pour pulluler et donner plusieurs générations. L'étude de l'aphidofaune à Biskra a été menée dans deux stations l'une se trouvant dans la commune d'El-Outaya, qui fait partie du périmètre d'irrigation « Lemkimnet » irrigué à partir des eaux du barrage « Manbaâ El Ghozlane, l'autre est une exploitation agricole située à Ain Naga située à 15 km au l'Est de la ville de Biskra. Le dispositif expérimental mis en place nous a permis d'étudier les variations saisonnières du puceron *Aphis gossypii* sous abri d'une part et réaliser un inventaire de l'aphidofaune dans les deux stations d'étude d'autre part. Nous nous sommes également intéressés aux ennemis naturels des pucerons en évaluant leur impact et leur rôle entomophage.

Au terme de notre travail nous avons pu recenser au total 02 espèces de puceron dans la station de d'El Hamma et dans les données sont consignés dans le tableau 13. Cet inventaire englobe 01 famille 'Aphididae'. Avec 291 individus sur 1822 du total de toutes les espèces.

La tribu des aphidini et celle des Macrosiphini ont été signalées par Laamari en 2004 sur cultures maraichères dans différentes régions à Batna et à Biskra. Khellil (2010)) confirme la présence des Aphidinae sur les céréales. Dans la région des Aurès, Guettala-Frah (2010) a signalé la présence des Aphidinae avec une forte intensité, ce qui montre leurs grandes capacités de coloniser les milieux agricoles. Cet envahissement est dû à l'influence de différents facteurs : La distribution des différents

habitats (Sotherton1984.), Le microclimat (Honek, 1998) ou encore la présence de proies (Bohan et *al.*, 2000). En plus, nous notons que la richesse spécifique du couvert végétal au niveau des deux stations offre une diversité de plantes hôtes pour les pucerons ce qui justifie le nombre important d'espèces de pucerons inventoriées. D'après Barbault (1981) et Tilman (1997), l'augmentation de la diversité végétale entraîne un accroissement de la diversité des phytophages. La diversité importante des aphides au sein de la station d'El-Outaya s'explique aussi par l'absence totale des produits phytosanitaires. Selon Pointereau et Brasile (1995), l'utilisation massive des pesticides a un effet négatif majeur sur plusieurs niveaux, beaucoup d'espèces animales ont également disparu.

5.6. Diversité de l'athropodo-faune auxiliaires dans les vergers de pommier

L'entomofaune bénéfique se compose des prédateurs ou des parasitoïdes. Ces Auxiliaires sont classés en ceux qui contrôlent des ravageurs précis et en auxiliaires Généralistes qui peuvent intervenir lorsque les auxiliaires spécialisés ne sont pas encore Présents sur la parcelle (RICARD et *al.*2012).

5.6.1. Les coccinelles

Les coccinelles sont généralement sténotypes et inféodées à des habitats bien spécifiques (Majeruset *al.*, 2007). Pour la plupart des espèces de coccinelles, les adultes et les larves se nourrissent de pucerons. A lui seul, un adulte en fin de croissance peut en dévorer jusqu'à 80 par jour. A l'automne, la coccinelle se réfugie sous les feuilles mortes, les écorces et tas de bois (Hotels à insectes).



Figure 29. Adulte de *Coccinella algerica*.

5.6.2. Les Diptères Syrphidae

Parmi les diptères, on trouve à côté des ravageurs des cultures, des espèces entomophages ayant un intérêt agronomique et pour certaines espèces des auxiliaires utilisés en lutte biologique. Plusieurs familles sont Intéressantes parmi les qu'elles : Syrphidae.



Figure 30. Adulte de Syrphidae.

Conclusion et perspectives

Au terme de ce travail, ayant pour objet l'étude qualitative et quantitative de l'entomofaune des arbres fruitiers dans un verger de pommier dans région d'El Hamma dans la wilaya de Khenchela durant une période de stage pratique sur terrain qui s'étale entre la mi-mars à la mi-mai par l'utilisation de quatre méthodes d'échantillonnages à savoir méthode de la récolte à la main, les pièges jaunes, les pots barber et le battage.

L'utilisation de ces méthodes d'échantillonnage nous ont permis de recenser plusieurs insectes répartis en 54 espèces, 42 familles et 12 ordres, l'ordre des Coléoptères est quantitativement le mieux représenté avec 18 espèces, suivit par les Hémiptères et les Hyménoptères comptant respectivement 10 et 08 espèces. Les Diptères, les Araignées, Orthoptères et les Lepidoptera occupent respectivement le quatrième, cinquième, sixième et septième rang avec 07, 03 et 02 espèces, suivis par les autres ordres qui sont faiblement représentés.

Le site d'El Hamma est quantitativement représenté avec 1822 espèces dénombré, l'espèce la mieux représenté avec 653 individus dénombré est *Euscelidius variegatus* de la famille des Cicadellidae suivi par *Rhamphomys sulcata* avec 291 individus viennent ensuite *Alphis pomi* et *Dysaphis plantaginea* de la famille des Aphididae connue pour être des ravageurs du pommier. La richesse en espèces des Aphididae est très marquée au mois de Mai.

Le nombre d'espèces que nous avons pu inventorier restent toujours au-dessous de nombre réel des espèces qu'abritent ces milieux d'étude. Pour cela, il est souhaitable de mieux compléter l'étude sur l'infestation des arbres fruitiers par les ravageurs et leurs ennemis naturels avec une période d'étude plus longue avec d'autres méthodes de piégeage, et d'élargir l'étude vers d'autres régions dans le but d'établir un programme de lutte plus adéquat et respectueux de l'environnement et de la santé du consommateur.

Références bibliographiques

Ahmadi-Afzadi M (2012) *Genetic and biochemical properties of apples that affect storability and nutritional value.*

AUBER, L. (1999). *Atlas des coléoptères de France. Tome I. Edition Boubée, Paris, 232 p.*

Bailey LG & Bailey EZ (1976) *Hortus Third: A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada. McMillan Publishing Co., New York (New York).*

Barbault. R., 1981 - *Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris, 200 p.*

BARNEY, R. J. et PASS, B. C. (1986). *Ground beetle (Coleoptera- carabidae) population in*

BLOESCH B et VIRET O. (2013). *Stades phénologiques repères des fruits à pépins. Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture | Vol. 45 (3): 197, 2013.*

Blommers LH(1994) *Integrated pest management in European apple orchards. Annual Review of Entomology, 39(1), 213-241.*

BOUALEM M., MAAMERI E., ABBOU A., GHELAMALLAH A., 2014. - *Etude bioécologique de deux pucerons Myzus persicae et Aphis gossypii et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre. AFPP – 10ème Conférence internationale sur les ravageurs en agricultures. Montpellier – 22 et 23 Octobre 2014.*

BOUHROUA R.T., 1987. - *Bioécologie des pucerons en cultures maraichères et incidence de leurs ennemis naturels dans la région de Fouka (Wilaya de Tipaza). Mémoire d'Ingénieur Agronome, Institut National d'Agronomie El-Harrech, Algérie, 104 p.*

Boyer F., Ulrych R., Sellam M., Lejeune V. Coordinateurs (2017) *Les auxiliaires de cultures. Biologie, écologie, méthodes d'observation et intérêt agronomique. Paris. 4ème édition ACTA.*

Brown AG (1975) *Apples, p. 3–37. In: J. Janick and J.N. Moore (eds.). Advances in fruit breeding. Purdue Univ. Press, West Lafayette, Ind.*

CHATENET, G. (1990). *Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. DELACHAUX et NIESTLE, Paris, 479 p.*

Chenafi A (2017) *Gestion de la contrainte de l'irrigation en goutte à goutte avec la double gaine enterrée sur un verger de pommier de type Gala (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).*

Cornille, A.; Giraud, T.; Bellard, C.; Tellier, A.; Le Cam, B.; Smulders, M.J.M.; Kleinschmit, J.; Roldan-Ruiz, I. and Gladieux, P. 2013. *Postglacial recolonization history of the European crabapple (Malus sylvestris Mill.), a wild contributor to the domesticated apple. Molecular Ecology* 22: 2249–2263, <https://doi.org/10.1111/mec.12231>.

D.B., 2019. *Situation géographique 2019. D.B-City.com 2019. <http://fr.db-city.com> Algérie Ville et village.*

D.S.P., 2015. *Les Relief Service Informatique DSP Khenchela, Mars 2015. <http://www.dspkhenchela.dz>.*

DAJOZ, R. (2002). *Les Coléoptères. Carabidés et ténébrionidés. Ed. LAVOISIER, Tec et DOC., 522 p.*

Dewasish C & Amal M (2010) *Fruit crops. Oxford book company publisher. Jaipur, India. Pp: 278-290.*

Dou el macanew L & skiredj A (2003) *L'abricotier, le prunier, le poirier, et le pommier. Transfert de Technologie en Agriculture. Fiches techniques. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat ; Bulletin Mensuel D'information et de liaison du pntta transfert de Technologie en Agriculture royaume du Maroc, ministère de l'agriculture et du développement rural mader/derd, août 2003, N°107, 1-4.*

DSA, 2022. *Le pommier, statistique agricoles, wilaya de Khenchela.*

FAO ,2019. *Agriculture indices (FAO stat) <http://fao stat .fao>.*

FAO(2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World. FAO (cf.p. 1).*

FAOSTAT (2020) *Food and Agriculture Association of the United States [Internet]. cited 28 Jan 2022. Available: <http://www.fao.org/faostat/en/>.*

FERNANE, Ali (2009) *L'inventaire quantitatif et qualitatif de l'entomofaune est réalisé dans trois stations forestières dans la région de Larbaâ Nath Irathen*

FLOATE, K. D., DOANE, J. F. & GILLOTT, C. (1990). Carabid predators of the wheat midge (Diptera- Cecidomyiidae) in Saskatchewan. *Environ. Entomol.* 19: 1503- 1511.

GUETTALA-FARAH N., 2009. - Entomofaune, impact économique et bio-écologie des principaux ravageurs du pommier dans les régions des Aurès. Thèse Doctorat, Université de Batna.

Guillemaud T, Blin A, Simon S, Morel K, Franck P (2011) Weak Spatial and Temporal Population Genetic Structure in the Rosy Apple Aphid, *Dysaphis plantaginea*, in French Apple Orchards. *PLOS ONE*, 6, e21263. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021263>

HADBI MALHA. (2015). Inventaire qualitatif et quantitatif et le suivi de la dynamique du carpocapse (*Cydia pomonella* L.) dans une parcelle du pommier écologique Red delicious dans la région de sidi-Naâmane (T-0) 26 p.

Hancock JF, Luby JJ, Brown SK & Lobos GA (2008) Apples. In *Temperate fruit crop breeding* (pp. 1-38). Springer, Dordrecht.

Honek. A., 1998 - The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Araneae) in cereal fields. *Ecobiologia*.32: 233-242.

Hydro projet EST. ,2005. Situation géographique de STEP de Khenchela : Données spécifique de STEP de Khenchela.

Jackson JE (2003) *Biology of apples and pears*. Cambridge University Press, Cambridge.

Jackson JE (2003) *Biology of apples and pears*. Cambridge University Press, Cambridge.

Janick J & Moore JN (1996) *Fruit breeding, tree and tropical fruits* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Jönsson Å (2007) *Organic apple production in Sweden: cultivation and cultivars* (Doctoral dissertation, Department of Crop Science, Swedish University of Agricultural Sciences).

Kebe M (2014) *Incidence de traitements thermiques sur le parenchyme de Pomme (Malus Domestica) et diffusion des composés phénoliques* (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).

Kentucky alfalfa and influence of tillage. J. Econ. Entomol. 79: 511- 517.

Khan, M. A., K. M. Olsen, V. Sovero, M. M. Kushadet S. S. Korban (2014a). Fruit Quality Traits Have Played Critical Roles in Domestication of the Apple. The Plant Genome 7 (cf. p. 19).

Korban, S. S. (2021). The Apple Genome. Corrected publication 2021.412p.(cf.p. 19).

KROMP, B. (1999). Carabid beetles in Sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agric. Ecosystem. Environ. 74: 187- 228.

Luby JJ (2003) Taxonomic classification and brief history. In Apples: botany, production and uses (pp. 1-14). Wallingford UK: Cabi Publishing.

Maandi Asma & Sadoudi Rahil (2020). Inventaire des principaux insectes ravageurs des arbres fruitiers et leurs ennemis naturels dans la région de Bouira. 43- MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MARNICHE, F. (2001). Aspects sur les relations trophiques de la faune en particulier de l'avifaune de L'Ichkeul (Tunisie). Thèse de Magister. I. N. A. EL- Harrach, Alger, 344 p.

Massonnet C (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 (Doctoral dissertation, Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier-AGRO M).

OECD (2019) Organisation for Economic Co-operation and Development. CONSENSUS DOCUMENT ON THE BIOLOGY OF APPLE (Malus domestica Borkh.). ENV/JM/MONO(2019)30

PERRIER, P. (1927). La faune de la France illustrée- Coléoptères (première partie). Tome I. Ed. Delagrave, Paris, 192 p.

Pointereau. P.Y., & Brasile. D., 1995 - Arbres des champs- Haies, alignements, près-vergers ou l'art du bocage. SOLAGRO, Toulouse, Francia Y WWF. 137 p.

PONEL, P. (1983). Contribution à la connaissance de la communauté des arthropodes

Potter D, Eriksson T, Evans RC et al (2007) Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution* 266:5-43.

R.M.KH., 2013. *Monographie de la Wilaya de Khenchela. Rubrique Monographie Wilaya de Khenchela. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière. (ANIREF). 31/07/2013. 3 p.*

Ricard J.M., Garcin A., Jay M., Mandrin J.F. (2012) *Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière. Paris : CTIFL. ISBN 978-2-87911-325-8.*

Rieger M (2006) *Introduction to fruit crops. Food Products Press, Binghamton.*

Rieger M (2006) *Introduction to fruit crops. Food Products Press, Binghamton.*

Shulaev V, Korban SS, Sosinski B, Abbott AG, Aldwinckle HS et al (2008) Multiple models for Rosaceae genomics. *Plant physiology*, 147(3), 985-1003.

spasmophiles de L'Isthme de Giens. Trav. Sci- parc national port- Crow, Fr., (9): 149- 182.

Spengler, R. N. (2019). *Origins of the Apple: The Role of Megafaunal Mutualism in the Domestication of Malus and Rosaceous Trees. Front. PlantSci. 10 :617(cf.p. 19, 28).*

Station météorologique d'El Hamma (2018).

Tilman. D., 1997 - *The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. Science. 277: 1300- 1302.*

Trillot M, Masseron A, Mathieu V, Bergougnaux F, Hutin C, Yves L (2002) *Le pommier. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes. (Ctifl).Edition Lavoisier. Paris. 287p*

USDA-ARS (2018) *Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [base de données en ligne]. Disponible en ligne : http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/tax_search.pl [2018].*

Verdu C (2013) *Cartographie génétique des composés phénoliques de la pomme (Doctoral dissertation, Université d'Angers).*

Webster AD (2005) The origin, distribution and genetic diversity of temperate tree fruits. Pages 1-11 in Webster, A. D., Wertheim, S. J., & Tromp, J. (Eds.). (2005). Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys.

*Yao, J.-L., J. Xu, A. Cornille, S. Tomes, S. Karunairetnam, Z. Luo, H. Bassett, C. Whitworth, J. Rees-George, C. Ranatunga, A. Snirc, R. Crowhurst, N. de Silva, B. Warren, C. Deng, S. Kumar, D. Chagné, V. G. M. Bus, R. K. Volz, E. H. A. Rikkerink, S. E. Gardiner, T. Giraud, R. Mac Diarmid, A. P. Gleave (2015). A microRNA Allele That Emerged Prior to Apple Domestication May Underlie Fruit Size Evolution. *Plant J* 84 :417-427(cf.p. 19).*