



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة زيان عاشور – الجلفة Djelfa
Université Ziane Achour –
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا
Département de Biologie

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Ecologie animale

Option : Ecologie animale

Thème

**Surveillance des infestations causées par les
pucerons sur les grenadrais dans la région de
Messaad (W. Djelfa)**

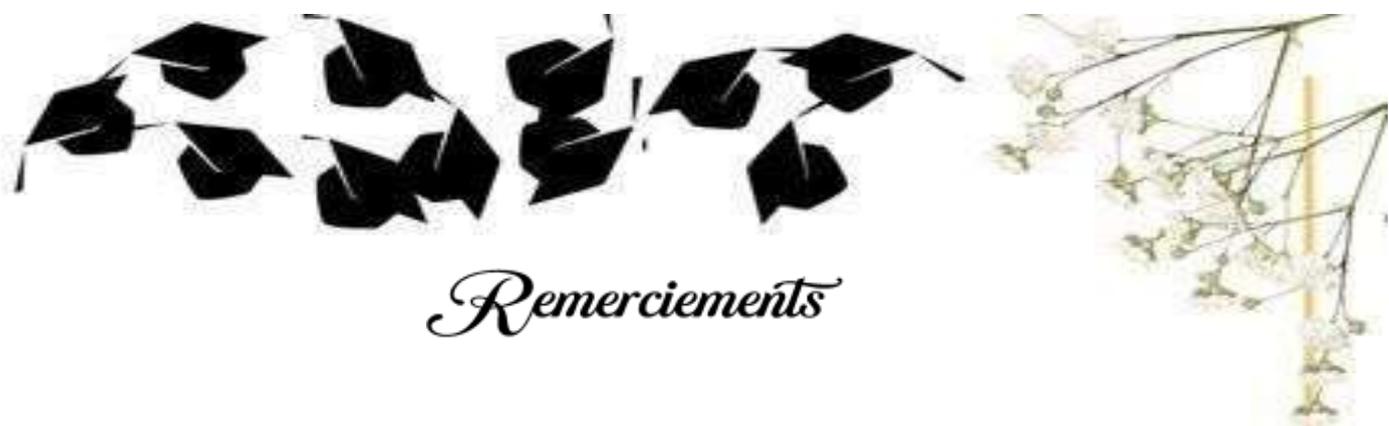
Présenté par : CHIKHAOUI Fatma Al Zohra

HEBBACHE Islam

Devant le jury :

Président :	M. LAHOUAL Mohamed	MAA (Univ. Djelfa)
Promoteur :	M. BENZAAD Raouf	MCB (Univ. Djelfa)
Examineur :	M. BENMADANI Saad	MCB (Univ. Djelfa)

Année Universitaire 2023



Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et
miséricordieux pour son guide qui m'a donné la force et la
patience d'accomplir ce travail.*

*Nous remercions notre directeur de mémoire M. BENSAAD
Raouf pour son encadrement son assistance et à l'intérêt qu'il
nos apporté quant à la réalisation de ce travail qui ne serait
pas réalisé sans aide.*

*Nous remercions tous les membres de jury qui ont accepté de
juger ce travail.*

*Nos remerciement également Mr Hachem et Mr Ahmed les
propriétaires des vergers dénude*

*Un remerciement particulier à tous ceux qui ont contribué à ce
travail d'une manière ou d'une autre et à tous ceux qui ont
participé à ses détails et à ses faux pas afin que la lumière
montre merci beaucoup.*

*Merci à tous ceux qui nous ont donné de l'espoir et qui nous ont
sourit et à tous ceux qui sont en sécurité que nous arriverons.
Merci beaucoup.*

Hebbache Islam et Chikhaoui Fatma El Zohra





Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents :
A Ma mère cette être de tendresse, de patience
Générosité, et mon père du quel je tiens la Force.*

*A mes frères Oussama, Abed El Rahman, Zakaria,
Ma petite sœur Asile et toute ma famille.*

*Je dédie à : ma grand-mère et Mon fiancé Islam
A tous oncles et leurs enfants.*

Mes chères amies et mes professeurs.

Mes collègues.

Et a tous qui me connaissent de près ou de loin.

*Je dédie ce mémoire à tous ceux qui ont
Contribué de près ou loin à la relation de*

Cette étude.

Fatma El Zohra

Graduation





Dédicace

Je dédie ce travail à :

A Mes très chers parents car ils sont eu un grand mérite après Dieu dans tout ce que je suis maintenant.

. Je dédie à : mes très chers frères et mon très cher amis

Karim.

Je dédie à: Ma fiancé Fatma el Zohra.

Islam

Graduation



Sommaire

Remerciement.....	
Liste des abréviations.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Introduction	1
Chapitre I: Généralité sur le grenadier et les pucerons.....	3
1.1 Généralité sur le grenadier	3
1.1.1. Histoire, origine et distribution.....	3
1.1.2 Taxonomie.....	4
1.1.3 Description générale du grenadier.....	4
1.1.3.1 Arbre.....	4
1.1.3.2 Feuilles.....	5
1.1.3.3 Fleurs.....	6
1.1.3.4 Fruits.....	6
1.1.4 Importance nutritionnelle du grenadier.....	7
1.1.5 Superficies et production du grenadier.....	8
1.1.5.1 Dans le monde.....	8
1.1.5.2 En Algérie.....	8
1.1.5.3 A Djelfa.....	8
1.1.6 Exigences de milieu.....	9
1.1.6.1 Conditions climatiques.....	9
1.1.6.2 Sol...../.....	10
1.1.6.3 Eau.....	10
1.1.7 Problèmes phytosanitaires du grenadier.....	10
1.1.7.1 Principal maladies.....	11
1.1.7.2 Ravageurs majeurs.....	13
1.2 Généralité sur les pucerons.....	15
1.2.1 Systématique des pucerons.....	15
1.2.2 Description morphologique des pucerons.....	16

1.2.3 Biologie des pucerons.....	17
1.2.4 Dégât causée par les pucerons.....	18
1.2.5 Principales espèces de pucerons du grenadier.....	19
2. ChapitreII : Etude du milieu.....	21
2.1. Présentation de la région d'étude.....	21
2.1.1. Situation Géographique de la région de Messaad.....	21
2.1.2. Pédologie de la région de Messaad.....	22
2.1.3. Biodiversité végétale de la région d'étude.....	22
2.1.4. Etude climatiques.....	22
2.1.4.1. Températures.....	23
2.1.4.2. Précipitations.....	23
2.1.4.3. Humidité relative de l'air (HR).....	24
2.1.4.4. Vent.....	25
2.1.4.5. Synthèse climatique.....	25
2.2. Matériels et méthodes.....	27
2.2.1. Choix et présentation des stations d'étude.....	27
2.2.1.1. Première station d'étude.....	28
2.2.1.2. Deuxième station d'étude.....	29
2.2.2. Méthodologie du travail.....	29
2.2.2.1. Récolte à la main.....	29
2.2.2.2. Conservation au laboratoire.....	30
2.2.2.3. Identification des insectes récoltés.....	31
2.2.3. Etude des indices écologiques des insectes récoltés.....	31
2.2.3.1. Indices écologiques de composition.....	31
2.2.3.2. Indices écologiques de structure.....	32
Chapitre III : Résultats et Discussion ; Inventaire, distribution et écologie des pucerons.....	34
3.1. Identification et distribution des espèces de pucerons capturées.....	34
3.2. Description des espèces de pucerons recensées.....	35
3.2.1. <i>Aphis gossypii</i> (puceron du melon et du cotonnier).....	35
3.2.2. <i>Aphis punicae</i> (puceron du grenadier).....	36

3.3. Etude comparative de la présence des espèces de pucerons dans les deux stations d'étude.....	37
3.3.1. Evolution démographique globale des populations des pucerons.....	37
3.3.2. Evolution démographique des populations de chaque espèce de pucerons.....	39
3.3.2.1. Evolution d' <i>Aphis gossipy</i>	39
3.3.3. Début des infestations par les espèces de pucerons dans les 02 vergers de Grenadier.....	40
3.3.4. Exploitation des résultats par les indices écologiques des pucerons.....	41
3.3.4.1. Indices écologiques de composition.....	41
3.3.4.2. Indices écologiques de structure.....	43
Conclusion.....	44
Références bibliographiques.....	46
Annexes.....	55
Résumé.....	58

Liste des des abréviation

A.P.G: Angiosperm Phylogeny Group

C.R.A: Chambre Régionale D'agriculture Provence-Alpes-Côte D'azur

D.S.A. : Direction des Services Agricoles

I.N.R.A. : Institut National de la Recherche Agronomiques

F.A.O: Food and Agriculture Organisation

F % : Fréquence centésimale

C% : fréquence d'occurrence

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver

E : Indice d'équitabilité

R.C.O.S: Rap Cultures Ornementales En Serre

Liste des figures

Figure 01 : Le grenadier dans la région de Khetala (photo originale, 2023).....	5
Figure 02 : Feuilles du grenadier dans la région de Khetala (photo originale, 2023).....	5
Figure 03 : Fleur de grenadier dans la région de Khetala (photo originale, 2023).....	6
Figure 04 : Anatomie du fruit de la grenade (KALAYCIOĞLU et ERIM, 2017).....	7
Figure 05 : Grenade touchée par <i>Alternaria</i> (C.R.A., 2019).....	11
Figure 06 : Grenade touchée par <i>Aspergillus</i> (C.R.A., 2019).....	12
Figure 07 : Les symptômes de la tache bactérienne sur la feuille de grenade (DATTATAYAE et al., 2022).....	13
Figure08 : A : Adulte d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (REN et YANG, 2016) ; B : Galerie d'introduction de sa larve (FAKHOUR et SEKKAT, 2006).....	14
Figure 09 : A: Adulte de <i>Ceratitis capitata</i> (INRA, 2018) ; B: Piqûre de ponte de la cératite sur fruit (FAKHOUR et SEKKAT, 2006).....	14
Figure 10 : Morphologie d'un puceron ailé (SEKKAT, 2007).....	17
Figure 11 : Le cycle de vie des aphides (FUTURA-SCIENCES, 2021).....	18
Figure 12 : Pucerons sur grenadier (A–D). A : <i>Aphis gossypii</i> ; B: <i>A. punicae</i> ; C et D: Aphides infestent le fruit de grenadier (LEE et al., 2014).....	20
Figure 13 : Situation géographique de la commune de Messaad (Google maps, 2023)	
Figure 14 : Représentation graphique des moyennes des températures mensuelles de la région deMessaad durant la période 1992 à 2022.....	23
Figure 15 : Diagramme Ombrothermique de la région de Messaad durant la période compriseentre 1992 et 2022.....	26
Figure16. : Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Messaad (1992 et 2022).....	27
Figure 17 : Localisation satellite des stations d'étude (scribblemaps, 2023).....	28
Figure 18 : La première station d'étude ; A : photo du verger 01 (photo originale, 2023) ;B : image satellite (scribblemaps, 2023).....	28

Figure 19: La deuxième station d'étude ; A : photo du verger 02 (photo originale, 2023) ; B : image satellite (scribblemaps, 2023).....	29
Figure 20: Récolte à la main des pucerons sur les feuilles de grenadiers et acheminement au laboratoire (photo originale, 2023).....	30
Figure 21: Conservation des insectes ; A : boites du pétri sous loupe binoculaire ; B: Tubes et flacons (photo originale,2023).....	30
Figure 22: Observation des spécimens récoltés sous la loupe binoculaire (photo originale, 2023).....	31
Figure 23 : Adulte de l'espèce <i>A. gossypii</i> (forme aptère) G : 4×10 (Photo originale, 2023).....	36
Figure 24 : Individus de l'espèce <i>Aphis punicae</i> ; A: forme aptère ; B: forme aille G : 4×10 (Photo originale).....	37
Figure 25 : Evolution démographique des populations des pucerons recensés dans les deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).....	37
Figure 26 : Evolution démographique des populations des pucerons <i>d'A. gossiipy</i> recensés dansles deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).....	39
Figure 27 : Evolution démographique des populations des pucerons <i>d'A. punicae</i> recensés dansles deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).....	40

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classement des régions productives de grenade au niveau de la Willaya de Djelfa en 2022.....	9
Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles de la région Messaad de durant la période 1992-2022.....	24
Tableau 03 : Humidité relative moyenne mensuelle enregistrée dans la région de Messaad durant la période 1992-2022.....	24
Tableau 04 : Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Messaad durant la période 1992 – 2022.....	25
Tableau 05 : Différentes espèces de pucerons recensés dans les deux stations d'étude dans la région de Messaad.....	34
Tableau 06 : Début des infestations des 02 vergers de grenadier par les différentes espèces de pucerons.....	41
Tableau 07 : Fréquence centésimale (F) des pucerons capturés au niveau des deux stations.....	42
Tableau 08 : La constance de pucerons capturés dans les zones d'études.....	42
Tableau 09 : Diversité et équitabilité des espèces de pucerons sur les parcelles d'étude.....	43

Introduction

Introduction générale

La consommation des fruits est reconnue comme un enjeu de santé publique par de nombreux États et gouvernements et fait l'objet, depuis quelques années, de recommandations alimentaire mondiale et nationale (MEZIANE-KACI, 2018).

Le grenadier est l'un des arbres fruitiers les plus anciens associés à plusieurs cultures humaines du monde (CHANDRA et *al.*, 2010). Le fruit de la grenade est l'un des fruits cités dans le Saint Coran. Il est utilisé de façon empirique, dans la médecine populaire de nombreuses cultures pour la valeur nutritionnelle qu'il est contiennent dans ses fruits et pour leurs propriétés thérapeutiques des différentes parties de l'arbre (CHAUHAN et KANWAR, 2012). Ces dernières comprennent le traitement et la prévention du cancer, des maladies cardiovasculaires, du diabète, de la dysfonction rectale et de la protection contre les rayons ultraviolets. Ces activités thérapeutiques ne dépendent pas de mécanismes différents. Les instituts de recherche se sont concentrés sur les effets antioxydants, anti cancérigènes, anti-inflammatoires et antidiabétiques des grenadiers (JURENKA, 2008).

Les grenades sont aussi utilisées comme fruits frais et continuent de servir l'industrie alimentaire pour la production de jus, de boissons gazeuses et alcoolisées et d'huile de graines. (HOLLAND et *al.* 2009). D'un point de vue écologique, le grenadier appartient aux espèces vivaces résistantes à la sécheresse, capables d'enrichir les sols pauvres et salins. Il à une grande adaptabilité aux conditions environnementales caractérisées par un climat aride. Il joue un rôle très important dans la protection, la réhabilitation et la conservation des sols (MELGAREJO et SALAZAR., 2003).

Cependant, la superficie mondiale totale plantée est encore considérablement plus petite que pour les pommes ou les principaux fruits à noyau (HOLLAND et *al.* 2009).

Le grenadier est peu soumis aux attaques de pathogènes. Les principaux problèmes de cultures sont liés à la fertilisation (éclatement du fruit). Toutefois certains ravageurs peuvent créer des problèmes dans les vergers (CAUCHARD, 2013).

Au niveau mondial, les pucerons sont considérés comme l'un des principaux groupes de ravageurs. Ces insectes causent des dégâts directs en se nourrissant de la sève phloémienne et des dégâts indirects en transmettant des virus. Ils sont aussi capables de développer une résistance aux insecticides (BONNEMAIN et CHOLLET, 2003).

Leur effet sur les cultures est déterminé d'une part, par leur taux de croissance rapide grâce à l'alternance de plusieurs générations parthénogénétiques avec une seule génération

Introduction

sexuée au cours de leur cycle évolutif et d'autre part, par leur mode de dispersion en produisant des ailés qui colonisent d'autres plantes hôtes (TAGU et *al.*, 2004) .

Notre étude a été réalisée dans des vergers de grenadiers situés dans la région de Messaad dans la Wilaya de Djelfa, et s'inscrit dans le cadre d'une enquête d'étude sur les pucerons qui attaquent les grenadiers dans les vergers de la zone aride et semi-aride.

Le but principal de cette étude est d'identifier toutes les espèces de pucerons qui s'attaquent à cette culture. Les informations récoltées sur les espèces présentes, leurs densités, leurs périodes d'infestation et les dégâts provoqués nous permettent d'évaluer le degré d'intervention des agriculteurs et des périodes de traitements (chimiques ou biologiques) dans le but de mieux préserver la production et l'environnement.

Le présent document est composé de trois chapitres ; Le 1^{er} chapitre est consacré à la synthèse bibliographique sur l'espèce hôte (le grenadier) et le ravageur (les pucerons). Le 2^{ème} chapitre comporte la méthodologie et la présentation de la région d'étude. Le dernier chapitre contient l'ensemble des résultats obtenus et leurs discussions. A la fin, une conclusion résume les différents résultats obtenus.

Chapitre I:
Synthèse Bibliographique :
Généralité sur le grenadier et les
pucerons

1. Chapitre 01 : Généralités sur le grenadier et les pucerons

1.1. Généralités sur le grenadier

Ce chapitre évoque des données relatives à la distribution géographique, à l'histoire et la systématique de grenadier. Sa biologie et ses exigences écologiques, ses maladies et ses ennemis ravageurs notamment les pucerons sont également mentionnés.

1.1.1. Historique, origine et distribution

La grenade (*Punica granatum* L.) est l'un des premiers fruits domestiqués cultivé depuis des temps anciens, originaire d'Iran et des pays voisins qui se sont développés progressivement dans les régions d'Asie centrale jusqu'à l'Himalaya, l'Eyalet d'Anatolie, le Moyen-Orient et la région méditerranéenne (SHAYGANNIA et *al.*, 2006). L'Iran est considéré comme l'un des plus grands producteurs de grenades, avec des taux de production élevés dans des provinces telles que Markazi, Yazd, Fars, Khorasan et Kerman (AL-SAID et *al.*, 2009).

Le grenadier est également cultivée avec succès en Arizona et en Californie, ainsi qu'en Asie du Sud et au Moyen-Orient, où Kandahar en Afghanistan est connue pour sa grenade de haute qualité. Aujourd'hui, la grenade est cultivée dans la plupart des régions du monde, y compris en Iran, en Espagne, en Italie, en Afghanistan, en Amérique, en Inde, en Chine, en Russie, en Ouzbékistan, au Maroc et en Grèce (SHAHR-BABAKI, 1997).

Le *P. granatum* est également mentionné dans de nombreux textes religieux et mythologiques anciens. Dans la religion grecque antique, la grenade était associée à la déesse de la fertilité, Déméter. Dans la mythologie perse, la grenade symbolisait l'immortalité et était considérée comme le fruit des dieux. Dans la religion juive, la grenade était considérée comme l'un des sept fruits de la Terre promise et était souvent utilisée dans les cérémonies religieuses (LANSKY et NEWMAN, 2007).

L'utilisation de la grenade remonte aux temps bibliques et des rapports sur ses qualités thérapeutiques ont résonné à travers les millénaires (LONGTIN, 2003). Les Babyloniens considéraient les graines de grenade comme un agent de résurrection; les Perses croyaient que les graines conféraient l'invincibilité sur les champs de bataille, tandis que pour les anciens Chinois, les graines symbolisaient la longévité et l'immortalité (AVIRAM et *al.*, 2000).

Le grenadier est originaire du Moyen-Orient et est donc largement répandu dans cette région. On peut le trouver fréquemment en Afghanistan, en Turquie, dans la Transcaucasie et en Inde. Il est également largement cultivé dans le bassin méditerranéen, notamment en Espagne, en Italie, en Grèce, en Algérie, en Tunisie et au Maroc. Bien que présent dans le sud de la France, au Portugal, en Bulgarie et en Crimée, sa culture y est plus rare. En Amérique, la

culture du grenadier reste assez sporadique, avec une présence en Californie, dans l'Utah, en Alabama, en Louisiane et en Floride (WALD, 2009).

1.1.2. Taxonomie

Selon A.P.G. (2009), La grenade (*Punica granatum*) appartient à la famille des Lythraceae et à l'ordre des Myrtales. Le genre *Punica* ne contient qu'une seule espèce, à savoir *P. granatum*, qui est largement cultivée pour ses fruits. Selon la classification phylogénétique, la grenade fait partie du clade des Eurosides II, qui comprend un grand nombre de plantes à fleurs comme les myrtes, les eucalyptus et les goyaviers.

La classification de grenadier selon (WALD, 2009) est comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Myrtales

Famille : Punicaceae (Lythraceae)

Genre : *Punica*

Espèce : *Punica granatum* L.

1.1.3. Description générale du grenadier

1.1.3.1. Arbre

La grenade est un arbuste légèrement épineux qui peut atteindre une hauteur de 1,5 à 5 mètres (fig. 01). Ses branches sont souvent irrégulières et ses feuilles sont luisantes (SHAYGANNIA et *al.*, 2016). La production de l'arbre commence à partir de 5 ans et atteint sa production maximale à 7 ans (CAUCHARD, 2013).



Figure 01 : Le grenadier dans la région de Khetala (photo originale, 2023).

1.1.3.2. Feuilles

Le *P. granatum* est une espèce à feuilles caduques (HOLLAND et *al.*, 2009), Elles sont simples et alternes (fig. 02), mesurant environ 3 à 7 cm de longueur d'une couleur vert foncé et brillantes sur la face supérieure, tandis que la face inférieure est plus pâle et peut être légèrement pubescente (DAVIES, 2003). Elles sont de forme oblongues, opposées ou sous opposées, luisantes, étroites, entières et non stipulées (HMID, 2013).



Figure 02 : Feuilles du grenadier dans la région de Khetala (photo originale, 2023).

1.1.3.3. Fleurs

Les cultivars de grenadier ont généralement une période normale de floraison qui s'étend de mars-avril à juin-août, et qui peut durer jusqu'à 10 à 12 semaines, voire plus en fonction des variétés et des conditions géographiques (BEN -ARIE et *al.*, 1984).

Les fleurs de *P. granatum* sont de couleur rouge et sont généralement solitaires ou groupées en inflorescences de 1 à 5 fleurs (fig. 03). Une des fleurs est terminale tandis que les autres sont marginales, courtes ou sans pédoncule. Les fleurs sont bisexuées, odorantes et peuvent rarement être jaunes ou blanches (SHAYGANNIA et *al.*, 2016).



Figure 03 : Fleur de grenadier dans la région de Khetala (photo originale, 2023).

1.1.3.4. Fruits

Le fruit est attaché à l'arbre par un pédoncule court et est constitué de plusieurs arilles rouges étroitement agglomérés, ainsi que de segments irréguliers qui sont séparés par des parties blanches non comestibles et de fines membranes. Les chambres du fruit qui contiennent plusieurs ovules chacune sont divisées par des parois membraneuses appelées septums, tandis que la partie charnue du fruit s'appelle le mésocarpe (KUMAR et *al.*, 2020).

Le fruit de la grenade renferme de nombreuses graines qui sont contenues dans des chambres remplies d'une couche juteuse qui se développe à partir des cellules épidermiques externes de la graine. La taille du fruit peut varier de 6 à 12 cm de diamètre et il peut peser entre 200 et 650 grammes. La peau du fruit est coriace, dure et brune à rouge, et a un goût

amer (écorce ou péricarpe), mais elle est facilement pelée (fig. 04). La couleur de la peau de la grenade peut varier du jaune, vert ou rose recouvert de rose à rouge foncé ou indigo, et peut aller du rouge clair au violet foncé, en fonction de la variété et du stade de maturation (KALAYCIOĞLU et ERIM, 2017).

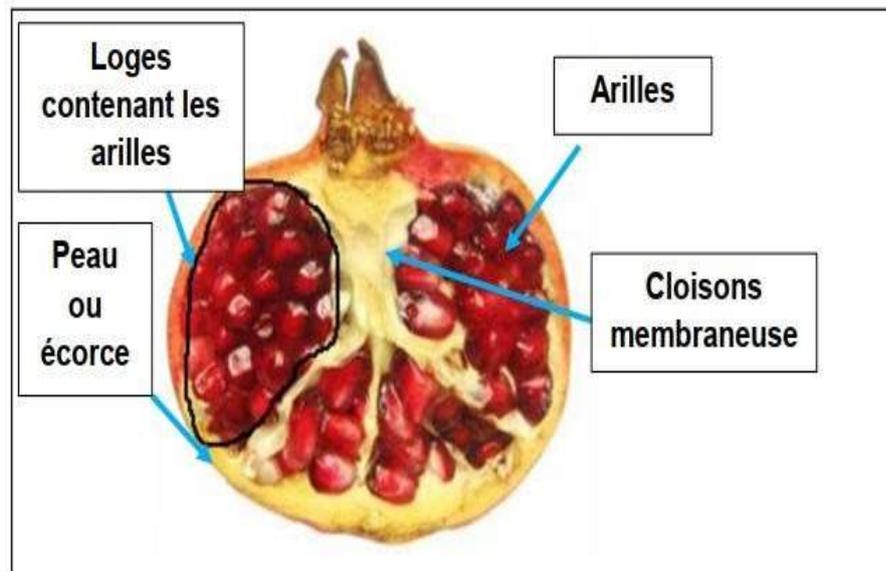


Figure 04 : Anatomie du fruit de la grenade (KALAYCIOĞLU et ERIM, 2017).

1.1.4. Importance nutritionnelle du grenadier

Chaque portion de 100g de grenade comestible contient environ 68 kcal d'énergie. Elle est principalement composée d'eau (80g), de glucides (17,17g), de protéines (0,95g) et de fibres (0,6g). En outre, la grenade est une bonne source de vitamines, notamment la vitamine C (0,8mg), la vitamine E (0,6mg) et la vitamine K (4,6µg) (ÁNGEL CALÍN et *al.*, 2011).

La grenade est également reconnue pour ses nombreuses propriétés bénéfiques pour la santé. Elle est riche en vitamines, en minéraux et en composés bioactifs tels que les polyphénols, les anthocyanes et les flavonoïdes, qui ont été associés à divers effets thérapeutiques tels que la réduction de l'inflammation, la prévention du cancer, la réduction du risque de maladies cardiovasculaires et la protection contre les dommages causés par les radicaux libres (HEBER et *al.*, 2006).

Une revue rapide de la littérature indique que les tanins du péricarpe de grenade ont une activité antivirale contre le virus de l'herpès génital (ZHANG et *al.*, 1995). La grenade est également utilisée dans des préparations fongicides (JIA et *al.*, 1998). La peau de grenade est également un élément de préparations utilisées pour traiter l'infection des organes sexuels masculins ou féminins, la mastite, l'acné, la folliculite, les hémorroïdes, la dermatite allergique, la tympanite et les brûlures, pour soigner la diarrhée et la dysenterie, ainsi que

pour le traitement des maladies buccales (SINGH et *al.*, 2002).

L'extrait d'écorce de grenade est un agent virucide puissant et est souvent utilisé comme ingrédient dans des préparations antifongiques et antivirales (SINGH et *al.*, 2002). Le jus et les graines de grenade sont réputés pour leurs propriétés toniques pour la gorge et le cœur. Ils sont traditionnellement utilisés pour arrêter les saignements de nez et de gencives, ainsi que pour traiter les hémorroïdes (MERCOLA, 2014).

1.1.5. Superficies et production du grenadier

1.1.5.1. Dans le monde

Selon la FAOSTAT (2021), la production de grenade continue d'augmenter à l'échelle mondiale. En 2021, la production totale de grenades est estimée à environ 4,5 millions de tonnes, l'Inde étant le plus grand producteur, suivie de l'Iran et de la Turquie. Ces trois pays représentent à eux seuls plus de la moitié de la production mondiale de grenades. D'autres grands producteurs incluent la Chine, les États-Unis et l'Espagne (FAOSTAT, 2021).

1.1.5.2. En Algérie

L'emplacement géographique de l'Algérie dans le bassin méditerranéen en fait l'un des pays les plus productifs en grenadiers, avec une production annuelle dépassant les 95 762 tonnes. La superficie cultivée pour cette culture a été estimée à 9 025 hectares, avec un rendement moyen de 106,4 quintaux par hectare (M.A.D.R., 2021).

L'Algérie contribue à hauteur de plus de 2% dans la production mondiale de grenadiers, avec une superficie cultivée représentant plus de 3% de la superficie totale de grenadiers dans le monde (LAHOUEL, 2022).

En dépit des difficultés techniques et économiques, selon la D.S.A de Djelfa l'Algérie est un acteur majeur dans la production de grenadiers. Le secteur rencontre toutefois des défis liés à l'exportation. La région centrale de Messaad, qui englobe les zones traditionnelles de Messaad, Ain El Ibel, Zaccar, Moudjebara, Amourah et Faid El Botma, s'est révélée être une zone prometteuse pour cette activité (LAHOUEL, 2022).. En 2021 cette zone compte une superficie de 1 079 hectares dédiée aux grenadiers, soit 11,96% de la superficie totale cultivée en Algérie. La production de la région s'élève à 99 630 quintaux, soit plus de 10,40% de la production nationale de grenadiers, avec un rendement de 9 234 kg/ha (D.S.A., 2021).

1.1.5.3. A Djelfa

Selon la Direction des Services Agricoles de la Wilaya (2022), la superficie totale dédiée à la culture du grenadier dans la wilaya de Djelfa est estimée à 1546 ha, avec 1363 ha d'arbres productifs. La production est estimée à 121680 quintaux, avec un rendement de 89.27quintaux par hectare. Les régions de Daldol, Benhar, Messaad et Selmana sont les

régions les plus productives en matière de grenade dans la wilaya de Djelfa.

Tableau 01 : Classement des régions productives de grenade au niveau de la Willaya de Djelfa en 2022 :

Commune	Superficie plantée (ha)	Superficie des arbres productifs (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Deldoul	346	319	33 000	103,44
Benhar	180	150	28 500	190
Messaad	272	263	27 000	102,66
Selmana	196	185	14 500	78,73

D.S.A (2022)

Selon la D.S.A (2022), la région de Deldoul est classée, en termes de production, à la première position, parmi les Communes les plus productives de grenades à Djelfa, avec 33000 quintaux et un rendement de 103.44qx/ha, suivi par Benhar avec une production de 28500 qx et un rendement de 190qx/ha. Cependant, on peut observer que la Commune de Benhar possède le rendement le plus élevé à l'hectare (190qx). Cela peut être expliqué par les importantes capacités et moyens techniques appliquées par les agriculteurs de cette région

La région de Messaad vient en troisième place avec 27000qx et un rendement de 102.66 qx/ha, suivi par Selmana avec 14500 qx et un rendement de 78.37 qx/ha.

La grenade de Messaad est caractérisée par sa capacité d'adaptation aux sols arides malgré les conditions limitantes telles que les caractéristiques physiques, chimiques et climatiques. La mise en valeur de ces sols, leur gestion et le développement de ces cultures sont d'une importance capitale compte tenu de l'étendue de ces terres en Algérie (LAHOUEL, 2014).

1.1.6. Exigences de milieu

1.1.6.1. Conditions climatiques

Le grenadier est une plante résistante qui peut pousser dans une grande variété de climats, allant des régions tropicales et subtropicales aux régions arides et tempérées. Bien que sa culture principale soit limitée à l'hémisphère nord, il est capable de s'adapter à de nombreux environnements différents. Il est intéressant de noter que les fruits de meilleure qualité sont produits dans les régions arides (CHANDRA *et al.*, 2010).

Pour le développement et la maturation des fruits, l'arbre a besoin d'un climat chaud et sec. Le grenadier est capable de tolérer des températures allant jusqu'à 45-48°C, ainsi que des vents chauds et secs. Il peut supporter une température minimale de -12°C et une température maximale de 44°C. Les régions arides et semi-arides avec une pluviométrie annuelle de 500 à 1000 mm et un été long, chaud et sec ainsi qu'un hiver doux sont particulièrement propices à la culture du grenadier (KUMAR *et al.*, 2018).

1.1.6.2.Sol

Le grenadier est une plante qui peut être cultivée sur une grande variété de sols, allant des sols sableux aux sols limono-sableux. Les sols légers ayant un pH compris entre 6,5 et 7,0 sont idéaux pour la culture du grenadier, bien qu'il puisse tolérer des sols jusqu'à un pH de 8,5 avec des pratiques de gestion appropriées. Les fruits ont une meilleure qualité et une meilleure coloration lorsqu'ils sont cultivés dans des sols légers, mais les sols lourds peuvent réduire la qualité et la couleur des fruits. La plante peut tolérer une salinité jusqu'à 6,00 dSm-1 et une sodicité jusqu'à 6,78 ESP (WASKAR, 2006). Le grenadier peut même pousser dans des terres marginales avec une faible fertilité et une profondeur peu profonde. Cependant, étant donné que les sols arides ont tendance à manquer de matière organique et de nutriments, il est important de gérer correctement la santé du sol et d'apporter les nutriments nécessaires pour obtenir un rendement élevé (KUMAR *et al.*, 2018).

1.1.6.3.Eau

La rareté de l'eau est rarement un problème dans la culture de la grenade, car le grenadier est connu pour être résistant aux longues périodes de sécheresse (MEENA *et al.*, 2009).

Cependant, cette résistance peut causer des problèmes physiologiques ou de qualité visuelle sur le produit, tels que l'éclatement du fruit. De même, des quantités excessives d'eau peuvent nuire au développement du fruit et réduire le potentiel de production de l'arbre. Dans la plupart des cas, les précipitations combinées à une irrigation d'appoint au goutte-à-goutte sont suffisantes pour assurer la croissance de la plante (MESHRAM *et al.*, 2009).

1.1.7. Problèmes phytosanitaires du grenadier

Les grenades sont vulnérables à diverses maladies et ravageurs, notamment des insectes, des champignons et des bactéries, qui peuvent varier selon les régions géographiques. Certains ravageurs peuvent être très préjudiciables dans une région donnée, alors qu'ils peuvent être sans danger ou absents dans d'autres régions. Cependant, il existe des ravageurs et des maladies communs à la plupart des régions de culture de la grenade (HOLLAND *et al.*, 2009).

1.1.7.1. Principale maladies

A. Maladies fongiques

Diverses études ont identifié différents agents pathogènes responsables de la pourriture de la grenade dans différents pays. Ces études ont révélé que les agents pathogènes à l'origine de cette maladie peuvent varier en fonction de l'environnement naturel dans lequel elle se développe. La maladie de pourriture peut devenir particulièrement grave dans les zones de production de grenade (LI *et al.*, 2020).

- *Alternaria*

Selon C.R.A. (2019), Ce champignon pathogène affecte les végétaux et se trouve communément dans le sol et sur les plantes. Il peut se développer dans un large spectre de températures et d'humidités. L'infection entraîne la pourriture des arilles, et même si elle peut se développer à l'intérieur du fruit sans symptômes externes, les fruits infectés sont plus légers et légèrement décolorés. Dans certains cas, une pourriture visible apparaît au niveau du calice, formant une sorte de « cul marron » (fig. 05).



Figure 05 : Grenade touchée par *Alternaria* (C.R.A., 2019).

- *Aspergillus*

Ce champignon, similaire à *Alternaria*, provoque également la pourriture des fruits. Il peut pénétrer dans les grenades suite à une pluie pendant la floraison ou durant le développement du fruit immature. Même s'il peut se développer à l'intérieur du fruit sans provoquer de symptômes externes (fig. 06), il peut causer une légère décoloration (WALALI *et al.*, 2003).



Figure 06 : Grenade touchée par *Aspergillus* (C.R.A., 2019).

B. Maladies bactériennes

- **La tache bactérienne du grenadier**

La grenade est affectée par de nombreux stress biotiques, parmi les quels la tâche bactérienne qui est causée par le pathogène *Xanthomonas citri* pv. *punicae* (Xcp) (bactérie de gramme négative) (fig. 07). Cela entraîne une perte de rendement de 60 à 80 dans les vergers de grenadiers infesté par la bactérie.

Les agriculteurs sont confrontés à de grandes difficultés pour gérer efficacement la maladie. Les symptômes de la maladie peuvent être vu sur toutes les parties de la grenade, sauf la fleur (DATTATRAYAE et *al.*, 2022).

Le diagnostic de cette maladie repose sur l'observation des symptômes visibles sur les différentes parties de la plante ainsi que sur des tests d'écoulement. Lorsque la bactériose se manifeste sur les feuilles, elle se présente généralement sous forme de petites taches noires grisâtres, plus ou moins régulières, qui vont s'élargissant pour devenir brun foncé à noir. Ces taches sont entourées d'un halo jaune ou d'une marge imbibée d'eau (SINGH et *al.*, 2015).

Sur les fruits, des lésions imbibées d'eau sont d'abord observées sur le péricarpe, qui devient ensuite brunes à noires. Les taches s'agrandissent et se rejoignent pour couvrir de grandes surfaces, mais l'infection est limitée à l'écorce. Sur ces taches, de petites fissures en forme de L ou de Y apparaissent, et par temps sec, le fruit entier se fend le long des lésions, rendant le fruit inexploitable sous forme fraîche (SHARMA et *al.*, 1990).



Figure 07 : Les symptômes de la tache bactérienne sur la feuille de grenade
(DATTATAYAE et *al.*, 2022)

C. Maladies virales

Nombreuses études portant sur les agents pathogènes tels que les champignons, les bactéries et les phytoplasmes qui affectent les grenadiers, il existe peu de rapports sur les maladies virales et virales-similaires touchant cette culture. Jusqu'à présent, seuls trois virus ont été signalés chez les grenadiers : le virus de la mosaïque du concombre (CMV), le virus de l'anneau tacheté de la tomate (ToRSV) et le viroïde de l'avorton du houblon (HSVd) (CAGLAYAN et *al.*, 2020).

Des études récentes menées en Turquie ont montré que des symptômes "virus-similaires", tels que l'éclaircissement des nervures, les motifs de décoloration des feuilles de chêne et les déformations des feuilles, sont courants chez les cultivars de grenadiers locaux cultivés dans la province de Hatay (CAGLAYAN et *al.*, 2020).

1.1.7.1. Ravageurs majeurs

A. Pyrale du grenadier (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839)

La pyrale des caroubes, est considérée comme la principale espèce nuisible pour les dattes, les grenades et les fruits secs tels que les amandes et les pistaches (fig. 08). Elle peut causer des dégâts pouvant atteindre jusqu'à 80% sur les grenades (DHOUIBI, 1992). Cette espèce est courante dans les régions chaudes et humides du Moyen-Orient, du sud de la Méditerranée, ainsi qu'en Australie et en Californie (KSENTINI, 2009).

Sur les grenades, cette espèce développe quatre générations successives, mais la quatrième n'est que partielle et les adultes ne naissent qu'au printemps de l'année suivante. Les pertes causées par *E. ceratoniae* se traduisent principalement par la pourriture des grenades, ce qui les rend impropres à la consommation et à la commercialisation, en plus des pertes quantitatives qui affectent la production (KSENTINI, 2009).

Diverses méthodes ont été développées pour lutter contre ce ravageur. En effet, les

traitements par changement de température, l'utilisation d'huiles essentielles (HACHED *et al.*, 2018).



Figure08 : **A** : Adulte d'*Ectomyelois ceratoniae* (REN et YANG, 2016) ; **B** : Galerie d'introduction de sa larve (FAKHOUR et SEKKAT, 2006).

B. Mouche méditerranéenne (*Ceratitis capitata* Wiedman, 1824)

Cette espèce est très polyphage (fig. 09). Elle a réussi à s'implanter dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales du globe (SHEPPARD *et al.*, 1992). Elle a été signalée comme un ravageur de grenade en Turquie, en Espagne et dans d'autres pays méditerranéens (OZTURK *et al.*, 2005 ; ÖZTURK et ULUSOY, 2009).

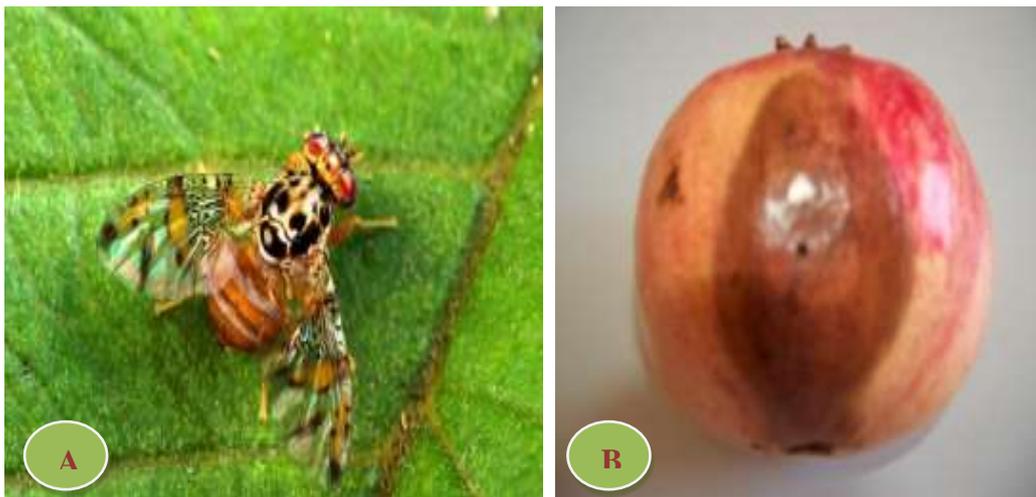


Figure 09 : **A**: Adulte de *Ceratitis capitata* (INRA, 2018) ; **B**: Piqûre de ponte de la cératite sur fruit (FAKHOUR et SEKKAT, 2006).

C. Pucerons (Aphides)

Les pucerons sont des insectes minuscules qui se nourrissent de la sève des plantes et se reproduisent à une vitesse étonnante. Cela en fait l'un des ravageurs les plus destructeurs dans divers secteurs tels que l'horticulture, l'agriculture, la sylviculture. Leurs attaques peuvent causer de sérieux dommages aux plantes, entraînant une réduction de leur croissance et de

leur rendement. Il est donc important de prendre des mesures pour contrôler leur population et minimiser les dégâts qu'ils causent (BIOBEST, 2023).

Les aphides sont des insectes nuisibles qui vivent dans les jardins. Ces petites créatures se déclinent en des centaines d'espèces et arborent une grande variété de couleurs, notamment le vert, le rouge, le noir, le jaune et le blanc, grâce à leur corps translucide (SANTÉ CANADA, 2018).

Dans la seconde partie de ce chapitre, nous allons voir leur systématique, les principales caractéristiques morphologiques, biologiques et écologiques ainsi que les dégâts qu'ils peuvent causer chez les végétaux et les principales espèces attaquant le grenadier.

1.2. Généralités sur les pucerons

Les aphides sont apparus il y a environ 280 millions d'années et leur diversification est concomitante avec la radiation des Angiospermes (BONNEMAISON, 2010). Il existe environ 4700 de ces espèces décrites, 40% de ces derniers vivent entièrement ou partiellement sur les arbres, 55% vivent sur des plantes herbacées ou des arbustes et les 5% restants vivent sur des hôtes inconnus. Ils sont connus pour être étroitement liés aux plantes hôtes qui sont constitué leur seul habitat et leur seule source de nourriture (PECCOUD *et al.*, 2010).

Contrairement à de nombreux autres insectes, les pucerons ont longtemps été considérés comme des ravageurs d'importance mineure vis-à-vis des plantes cultivées. Cette position s'est profondément modifiée au cours des dernières années, à tel point qu'ils sont considérés aujourd'hui comme le groupe entomologique probablement le plus important au point de vue agronomique à l'échelle mondiale (LECLANT, 1978).

1.2.1. Systématique des pucerons

Les pucerons font partie de la Super-famille des Aphidoidea et de la famille des Aphididae de l'ordre des Hémiptères. Ce sont des insectes qui se nourrissent de la sève des plantes (CHAKRABARTI, 2018).

La super famille Aphidoidea comprend trois familles : les Adelgidae (Adelges), les Phylloxeridae (Phylloxères) et les Aphididae (SORENSEN, 2009).

Certains chercheurs placent les Adelgidae et les Phylloxeroidea dans une superfamille distincte, les Phylloxeroidea. Ces deux familles sont des "pucerons" primitifs et des groupes plus anciens, chacun comptant environ 50 espèces. Ils diffèrent des Aphididae par la présence d'un oviscapte et se reproduisent par oviparité, tandis que les Aphididae n'ont pas d'oviscapte et sont parthénogénétiquement vivipares, donnant naissance à des jeunes vivants (SORENSEN, 2009).

Dans leur catalogue intitulé "les Aphididae du monde", REMAUDIÈRE *et al.* (1997) ont effectué une classification des pucerons:

Embranchement : Arthropode

Classe : Insectes

Ordre : Homoptera

Super/famille : Aphidoidea

Famille : Aphididae

1.2.2. Description morphologique des pucerons

- **Forme**

Les pucerons sont hautement polymorphes, avec la plupart des espèces se présentant sous plusieurs formes différentes, appelées morphes. Chez les individus destinés à devenir ailés à l'âge adulte, les bourgeons des ailes sont généralement visibles après la deuxième mue nymphale (GULLAN et MARTIN, 2009).

- **Taille et couleur**

Les pucerons sont de petits insectes de forme en poire, d'une longueur variant de 4 à 8 mm (EDDE, 2022). La majorité des espèces de pucerons courantes ont un corps mou et affichent une couleur verte, mais il y a aussi des espèces sombres et vives (allant du noir au brun, rouge, rose et jaune), ainsi que quelques espèces à corps dur (GULLAN et MARTIN, 2009).

- **La tête**

Dans les insectes ailés, la tête est généralement distinctement séparée du thorax. Cependant, chez les insectes aptères (sans ailes), cette séparation peut être moins évidente. La tête des insectes porte généralement deux antennes, dont la longueur peut varier considérablement, avec un nombre d'articles allant de 3 à 6. Ces antennes sont insérées directement sur le front de la tête ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminents (TANYA, 2002).

- **Le thorax**

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces de pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères (BLACKMAN et EASTOP, 2000).

- **L'abdomen**

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, Parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (Hein et *al*, 2005). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (Lien et Sparks, 2001).

L'abdomen se termine par une cauda (queue), qui prend des couleurs et des formes différentes selon l'espèce (fig. 10). La cauda sert à l'épandage du miellat, liquide qui contient des quantités variables de sucres tirés de la plante hôte (SABRI *et al.*, 2013).

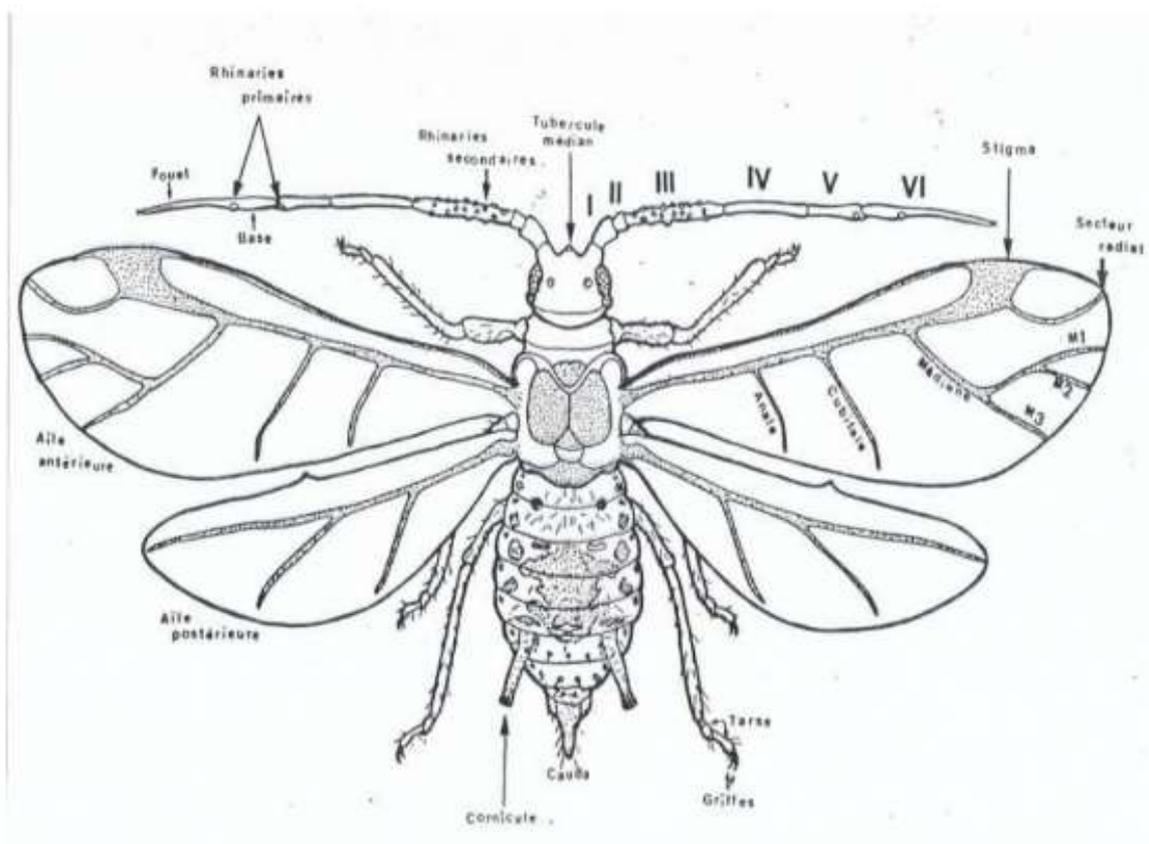


Figure 10 : Morphologie d'un puceron ailé (SEKKAT, 2007).

1.2.3. Biologie des pucerons

Selon R.C.O.S, (2023). Dans la nature, le cycle de vie des pucerons est plutôt complexe, incluant la reproduction sexuée et asexuée (parthénogénèse) et la ponte d'œufs sur une plante hôte primaire spécifique à chaque espèce.

Les pucerons femelles peuvent se reproduire de deux manières: sexuellement ou asexuellement. Les femelles qui se reproduisent sexuellement pondent des œufs, tandis que les femelles qui se reproduisent asexuellement donnent naissance à des larves vivantes qui leur sont génétiquement identiques. Ces larves sont capables de s'alimenter et de se déplacer dès leur naissance. La descendance d'une femelle se reproduisant asexuellement forme un clone. Les pucerons peuvent avoir jusqu'à 20 générations par an en fonction du climat et présentent une grande variété de cycles biologiques (INRA, 2021).

Chaque femelle puceron peut donner naissance à environ 60 larves. À la fin de l'automne, les pucerons produisent des formes ailées de mâles et de femelles qui migrent vers

leur hôte d'hiver pour s'accoupler. Avant de mourir, les femelles pondent des œufs qui restent en terre tout l'hiver et éclosent au printemps (fig.11). La durée de vie des pucerons dépend étroitement de la température: elle peut varier de 15 à 20 jours à 20°C, jusqu'à deux mois à 10°C (FUTURA-SCIENCES, 2021).

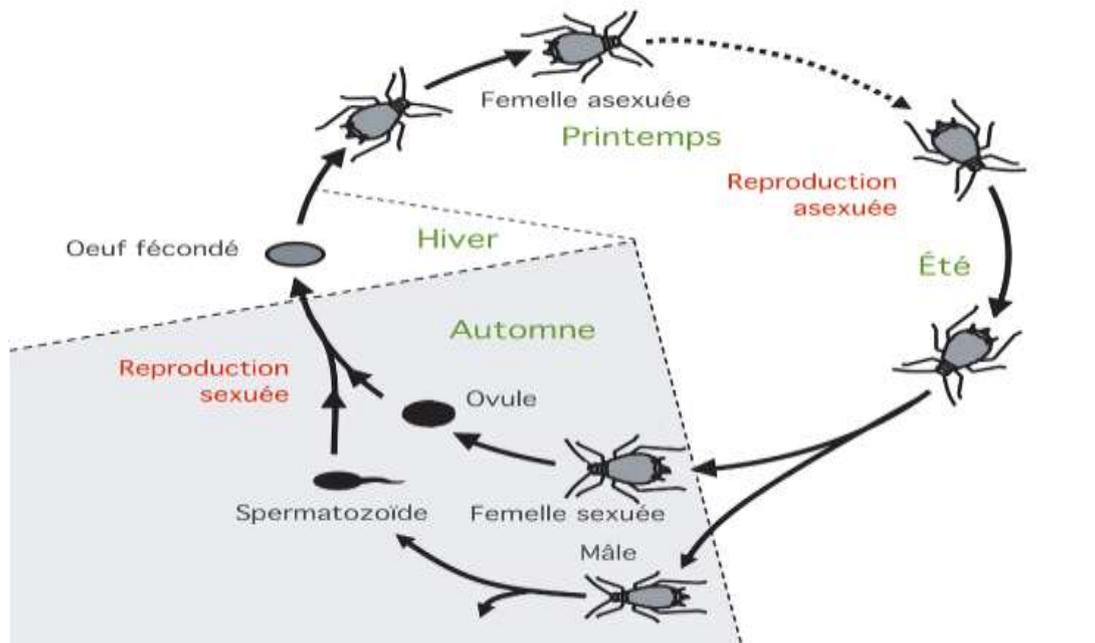


Figure 11 : Le cycle de vie des aphides (FUTURA-SCIENCES, 2021).

1.2.4. Dégâts causée par les pucerons

Selon R.C.O.S (2023), les pucerons peuvent causer divers dégâts aux plantes. Ces ravageurs se nourrissent de la sève des plantes en insérant leur stylet dans les tissus végétaux. Voici quelques-uns des principaux dommages causés par les pucerons :

- Présence d'insectes sur la face inférieure des jeunes feuilles sur les bourgeons ou sur la tige.
- Présence d'exuvies blanches sur le feuillage à la suite des mues des pucerons; il y a plusieurs mues durant leur développement.
- Dépôts de miellat (liquide sucré et collant) sur le feuillage.
- Développement de fumagine (champignon) sur les parties de la plante affectées par le miellat.
- Décoloration et enrroulement des feuilles pouvant causer un retard de croissance.
- L'attaque des rameaux et des jeunes pousses provoque leur déformation.
- Le puceron de la digitale injecte une toxine à la plante, ce qui la déforme davantage.
- Lors d'infestations sévères, la croissance des plantes est fortement ralentie.
- Les pucerons peuvent être vecteurs de plusieurs virus.

1.2.5. Principales espèces de pucerons du grenadier

Selon COCUZZA et *al.* (2016), les pucerons les plus nuisibles au monde sont le puceron de grenadier *Aphis punicae* Passerini, 1863 (commun dans les régions méditerranéennes, en Asie, en Afrique et en Inde) et le puceron de coton *Aphis gossypii* Glover, 1877. Plus rarement, la plante peut également être attaquée par le puceron vert des agrumes ou puceron de spirée *Aphis spiraecola* Patch, 1914, le puceron du genévrier *Aphis craccivora* Koch, 1854, le puceron de l'arachide ou le puceron des légumineuses noires *Aphis fabae* Scopoli, 1763, *Aphis achyranthi* Theobald, 1929 et les pucerons noirs d'agrumes *Toxoptera aurantii* Boyer, 1841.

- **Le puceron du cotonnier et du melon (*Aphis gossypii*).**

A. gossypii Glover (Hemiptera: Aphididae), également connu sous le nom de puceron du coton, est un ravageur agricole majeur qui affecte de nombreuses cultures dans le monde entier (NAM et *al.*, 2019).

Le puceron de coton peut s'installer sur les grenadiers et se nourrir de leur sève (fig.12). Les pucerons peuvent causer des dommages directs aux grenadiers en affaiblissant les plantes et en réduisant leur croissance. De plus, comme d'autres pucerons, *A. gossypii* excrète du miellat sucré, qui peut favoriser la croissance de la fumagine, un champignon noir. La présence de fumagine sur les feuilles des grenadiers peut réduire la photosynthèse et affecter la qualité des fruits (COCUZZA et *al.*, 2016).

- **Le puceron du grenadier (*Aphis punicae*)**

Le puceron du grenadier, *A. punicae* Passerini, très fréquent dans toute la région méditerranéenne, Moyen-Orient, Éthiopie, Inde, l'Indonésie, le Japon et le Pakistan, Il considère comme un ravageur très nuisible au grenadier (LEE et *al.*, 2014). Il peut coloniser les jeunes pousses printanières (fig.12) et contribue à une forte altération qualitative et quantitative de la production (FAKHOUR et SEKKAT, 2006).



Figure 12: Pucerons sur grenadier (A–D). A : *Aphis gossypii* ; B: *A. punicae* ; C et D: Aphides infestent le fruit de grenadier (LEE et *al.*, 2014).

Chapitre II :

Présentation de zone d'étude

Chapitre 02 : Etude du milieu

Dans le chapitre 02, nous allons traiter quelques caractéristiques climatiques, édaphiques et éco-biologiques de la région de Messaad, particulièrement sa situation géographique, sa pédologie, sa diversité végétale et ses factures climatiques. Les matériels et méthodes utilisés dans le protocole expérimental seront aussi présentés en deuxième partie du chapitre.

2.1.Présentation de la région d'étude

2.1.1. Situation Géographique de la région de Messaad

La réalisation d'une partie expérimentale sur terrain de notre étude s'est déroulée à Messaad qui se situe à Sud-est du chef-lieu de la wilaya de Djelfa.

La région de Messaad ($35^{\circ} 2'$ à $35^{\circ} 12'$ N. ; $3^{\circ}24'$ à $3^{\circ} 34'$ E) se retrouve à 800m d'altitude et à 70Km au sud-est de Djelfa, plus exactement dans les monts des Ouled Nail qui forment la chaîne de l'Atlas Saharien. Elle occupe une superficie totale de 13.962 ha (fig.13).

Traversée par Oued Messaad. Elle est limitée au sud par Oued Defelia et Djebel Sba El Hadid qui culmine à plus de 1000 m, au nord-est par l'Oued Tamdit et à l'ouest par Oued Khettala (CHERAIRE, 2016).

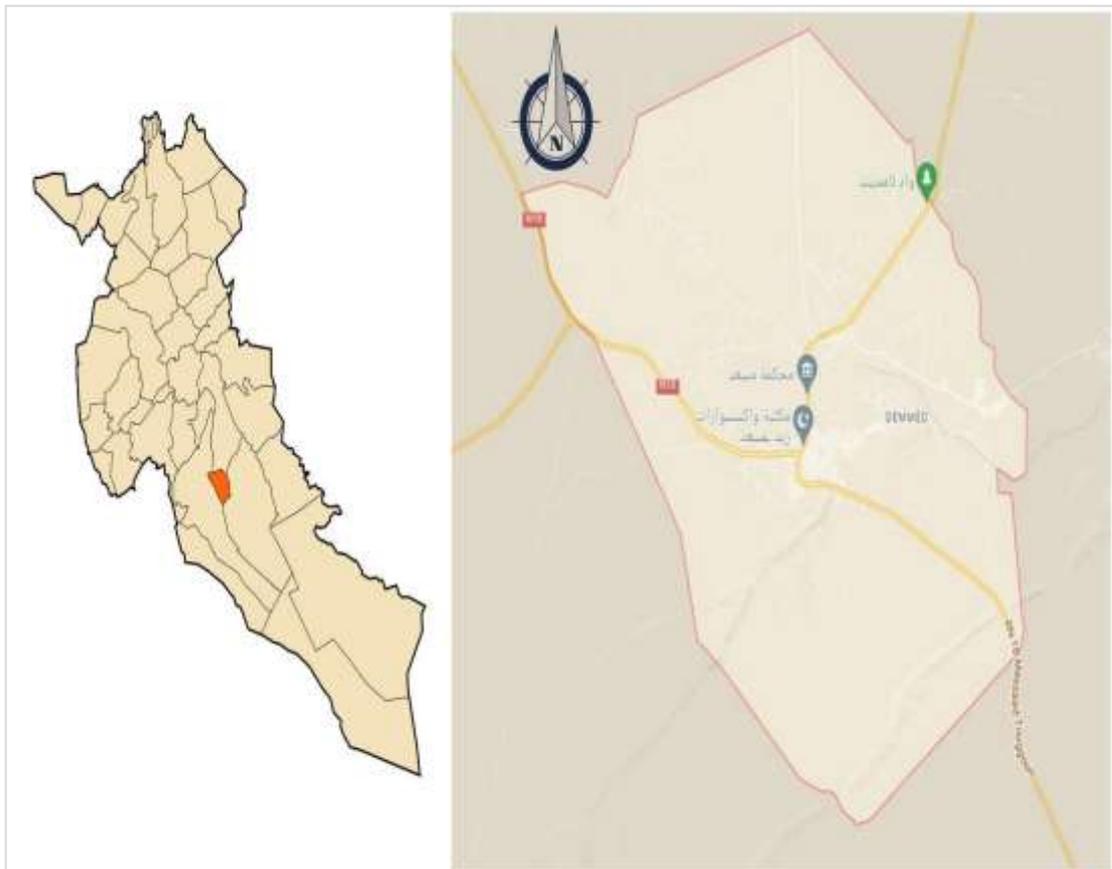


Figure 13 : Situation géographique de la commune de Messaad (Google maps, 2023).

2.1.2. Pédologie de la région de Messaad

L'examen de la carte pédologique de la région de Messaad montre l'importante extension de la classe des sols Calcimagnésiques (POUGET, 1977). Le profil pédologique de la région se classe parmi les sols Calcimagnésiques Xériques à croûte calcaire, installés sur des alluvions-colluvions de piedmonts assez caillouteux (POUGET, 1980).

2.1.3. Biodiversité végétale de la région d'étude

La région de Messaad se situe dans la steppe à Alfa. Le couvert végétal de cette région est constitué essentiellement de hautes steppes arides avec des vides entre les touffes de végétation sur des sols généralement maigres en contact direct avec la roche mère (POUGET, 1980). Les groupements à *Stipa tenacissima* Linné (Alfa) et *Artemisia herba alba* Asso. (Armoise herbe blanche), régressent vers un groupement à *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin (Saligne à balai) et *Thymelaea microphylla* Meisn (Passerine hirsute). Lorsque l'ensablement s'accroît, puis vers une steppe où domine *Astragalus armatus* Willd (Astragale vulnérant), seule espèce qui échappe au surpâturage ovin et qui constitue en période de disette une source alimentaire pour les camelins. La végétation tend à disparaître sous l'effet du surpâturage qui est particulièrement intense durant les années de sécheresse (POUGET, 1977). D'après les travaux d'AMGHAR et KADI-HANIFI (2008), la première espèce dominante dans la région de Messaad est *Haloxylon scoparium* Pomel (Saligne noir qui est une Chamaephyte. C'est une région de transition entre deux types de formations végétales, les formations des hauts plateaux à Alfa et Armoise blanche et les formations des régions présahariennes à *Arthrophytum scoparium* Pomel (Saligne noir) (CHEBOUTI et al., 2006).

2.1.4. Etude climatiques

On peut définir le climat comme un ensemble fluctuant de phénomène météorologique (ROGERS, 2006). D'après LÉVÊQUE (2001) et FAURIE et al., (2003), le climat est un facteur principal qui agit directement sur le contrôle et la distribution des êtres vivants et la dynamique des écosystèmes. Les réactions des êtres vivants face aux variations des facteurs physicochimiques du milieu intéressent la morphologie, la physiologie et le comportement (DAJOZ, 2003).

L'analyse climatique a porté sur la période des trente (30) dernières années (1992-2022), ci-après sont présentés les résultats suivants :

2.1.4.1. Températures

D'après DREUX (1980), la température est un facteur écologique capital. Elle agit sur le contrôle de l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984).

Les moyennes des températures maximales, minimales et moyennes mensuelles de la période 1992 à 2022 de la région de Messaad sont représentées dans la figure 14.

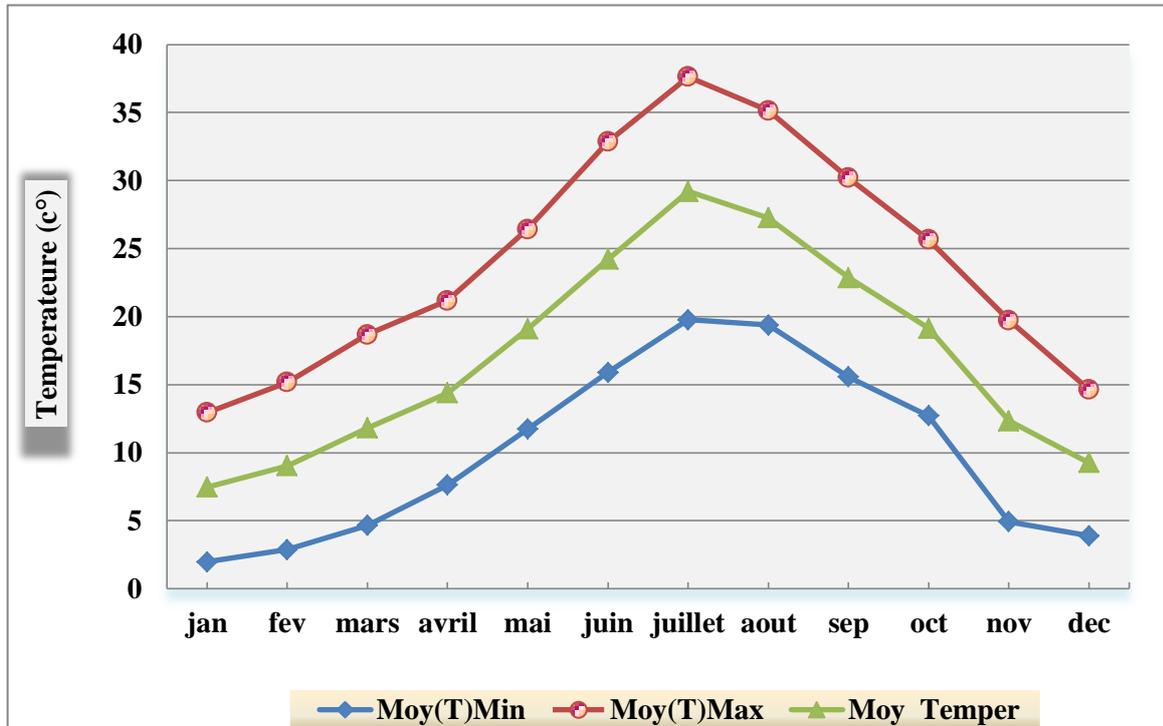


Figure 14: Représentation graphique des moyennes des températures mensuelles de la région de Messaad durant la période 1992 à 2022 (The power Project Nasa, 2023).

La figure 14 nous indique que la région de Messaad est caractérisée par de fortes températures estivales pouvant atteindre une moyenne annuelle de 38,62°C, avec des fortes variations saisonnières enregistrées entre le mois le plus chaud (juillet) et le mois le plus froid (janvier) avec une moyenne mensuelle de 01,98°C.

2.1.4.2. Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement, la répartition des écosystèmes terrestres et la diversification de la végétation (RAMADE, 2009).

La région de Messaad se caractérise par une faible pluviométrie, variant entre 0 et 280 mm par an. Les pluies tombent d'une manière irrégulière et peuvent être torrentielles.

Chapitre02: Présentation de zone d'étude

Le régime des précipitations dans la région d'étude est consigné dans le tableau 02

Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Messaad durant la période 1992-2022.

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
P (mm)	28.22	24.92	23.85	24.22	19.98	17.87	09.17	17.87	26.89	23.96	25.45	28.88	271.28

(The power Project Nasa, 2023)

D'après le tableau 02, le total moyen des précipitations annuelles enregistrées dans la région de Messaad est très faible, il est de 271,28mm et il est caractérisé par une irrégularité remarquable inscrivait un maximum de sécheresse durant le mois de juillet avec une pluviométrie de 09,17mm. Durant le mois le plus arrosé (Décembre), la pluviométrie est de 28,88mm et qui reste également très faible.

2.1.4.3. Humidité relative de l'air (HR)

Selon DAJOZ (2006), l'humidité relative est un facteur écologique important. L'humidité relative ou l'état hygrométrique de l'air est le rapport de la tension de vapeur d'eau avec la tension maximal.

Les données caractérisant l'humidité relative de l'air de la région de Messaad au cours de la période allant de 1992 à 2022 sont reportées sur le tableau 03.

Tableau 03: Humidité relative moyenne mensuelle enregistrée dans la région de Messaad durant la période 1992-2022

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Humidité(%)	65.22	58.66	51.23	44.39	37.47	29.39	23.21	26.48	39.26	47.86	59.16	67.59

(The power Project Nasa, 2023)

La lecture du tableau ci- dessus nous indique que le mois de décembre est le mois le plus humide de l'année avec 67.59%. À l'opposé, le taux d'humidité le plus faible est noté en juillet avec 23.21%. Cette faible humidité peut jouer un rôle très important dans la biologie des insectes et de leur distribution.

Chapitre02: Présentation de zone d'étude

2.1.4.4. Vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat (SELTZER, 1946), Il constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence du vent violent, la distribution d'espèces, la végétation est limitée dans son développement (RAMADE, 2009). Selon DAJOZ, (1996), il a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité.

Les données sur la vitesse moyenne du vent pour la région d'étude au cours de la période 1992-2022 sont consignées dans le tableau suivant:

Tableau 04 : Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Messaad durant la période 1992 – 2022

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Vitesse minimale de vent (m/s)	0.46	0.42	0.52	0.43	0.56	0.33	0.34	0.30	0.34	0.35	0.46	0.42
Vitesse maximale de vent (m/s)	14.69	15.60	15.39	15.51	14.28	13.27	12.23	12.27	12.28	13.17	13.97	14.99
Vitesse moyenne de vent (m/s)	07.57	08.01	07.95	07.97	07.42	06.80	06.28	06.28	06.31	06.76	07.21	07.70

(The power Project Nasa, 2023)

Selon les données (tab.04), la moyenne des vitesses des vents mensuelles la plus faible a été enregistrée au cours du mois d'août avec une valeur de 0.30m/s. Le mois de février a enregistré la plus grande vitesse des vents (15,60m/s).

2.1.4.5. Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste à déterminer la période sèche et la période humide par le biais du diagramme Ombrothermique de Gausson ainsi que l'étage bioclimatique des régions d'étude grâce au climagramme pluviométrique d'Emberger.

A. Diagramme Ombrothermique de Gausson

Le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN met en évidence la notion des saisons humide et sèche.

La figure 15 présente en abscisse les mois et en ordonnée les températures (T) et les précipitations (P) ayant une échelle double pour les premières telle que $P = 2 T$. GAUSSEN considère qu'il y'a une sécheresse lorsque les précipitations mensuelles exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température moyenne mensuelle exprimée en

degrés Celsius (DAJOZ, 1971).

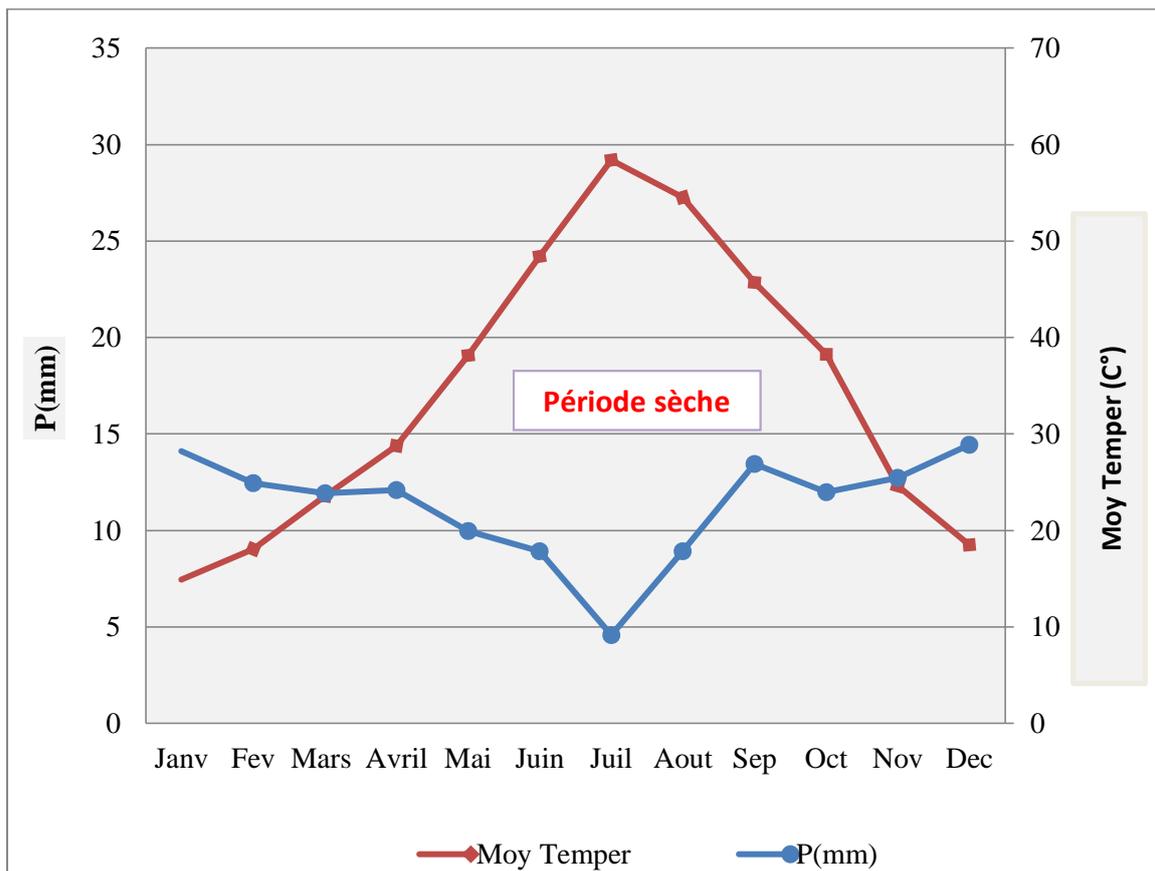


Figure 15 : Diagramme Ombrothermique de la région de Messaad durant la période comprise entre 1992 et 2022.

D'après la figure 15, l'analyse du diagramme montre que la période sèche dans la région de Messaad débute au mois de mars et elle s'étend jusqu'au mois de novembre, elle est plus accentuée en été en particulier durant le mois de juillet.

B. Climagramme d'Emberger

La formule du quotient pluviométrique d'Emberger a été modifiée par STEWART (1969) et est comme suit:

$$Q = 3,43 \times P / M - m$$

- **P** est les précipitations annuelles en mm.
- **M** est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.
- **m** est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

Pour une approche bioclimatique de la région de Messaad durant la période de 1992 à 2022, les valeurs de ce quotient est de 25,45 où ; P est égal à 271,88 mm; M à 38,62 °C et m à 1,98 °C.

$$Q2 = 3.43 \times \frac{271.88}{38.62-1.98} = 25.45$$

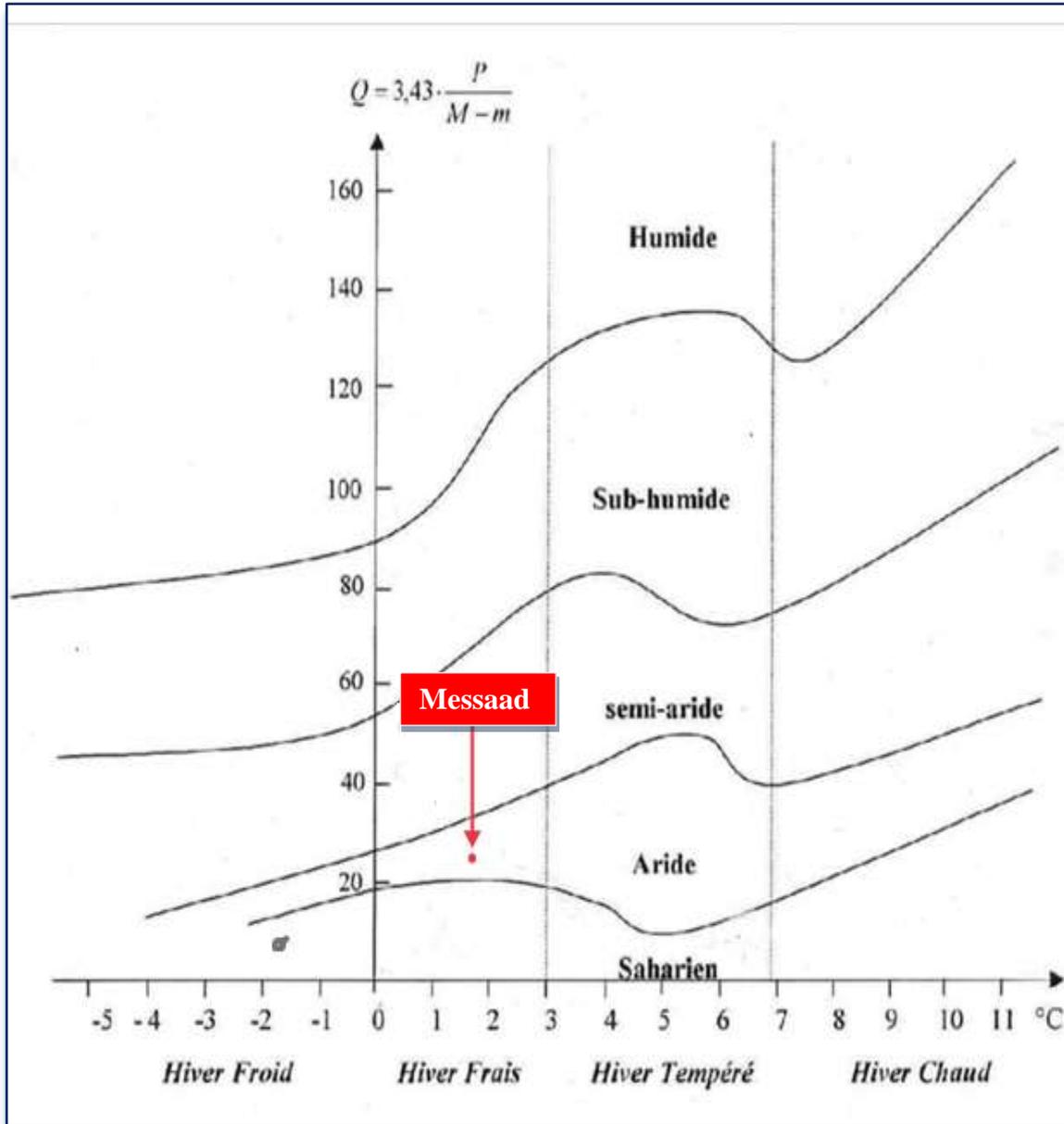


Figure16. : Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Messaad (1992 et 2022).

Le quotient de la région de Messaad est de 25.45 pour une période qui s'étale sur 30 ans (1992. 2022). En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger (fig.16) on constate que l'étage bioclimatique de la région d'étude est aride à variante thermique à hiver frais.

2.2. Matériels et méthodes

2.2.1. Choix et présentation des stations d'étude

Le choix des stations obéit à certains critères (fig.17), parmi elles : le couvert végétal qui joue un rôle dans la répartition des groupes d'insectes. Nous avons choisi deux stations

Chapitre02: Présentation de zone d'étude

différentes connues par leur vocation arboricole fruitière en particulier pour les grenadiers.

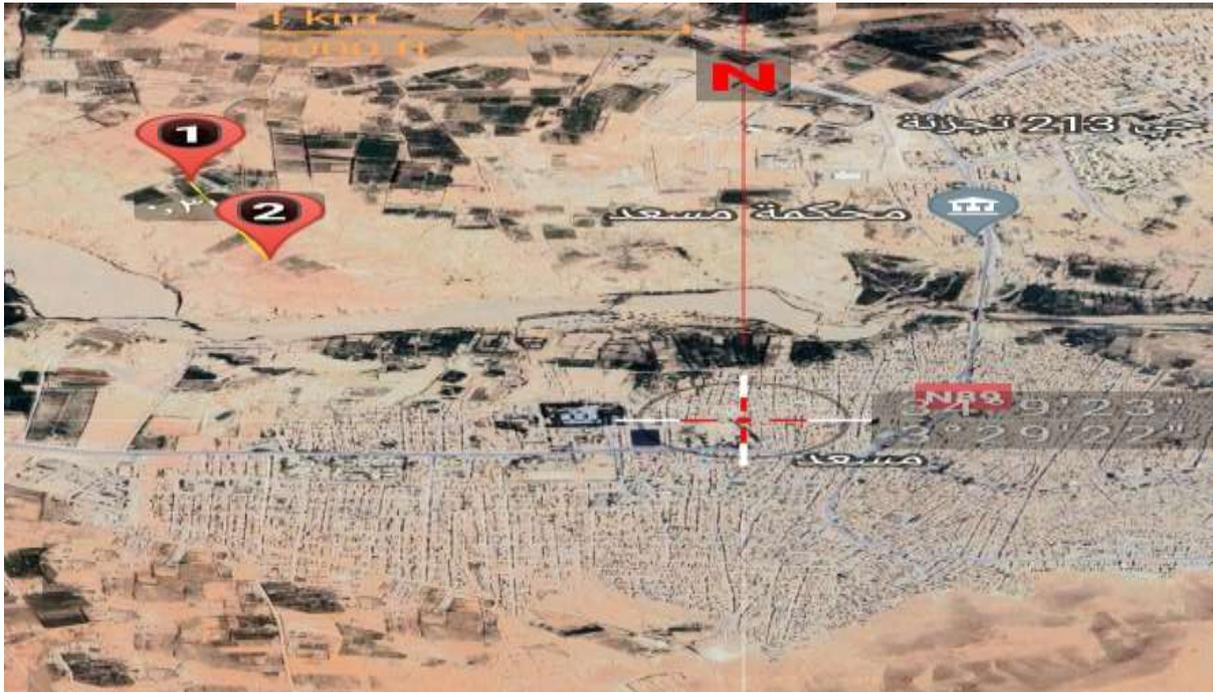


Figure 17 : Localisation satellite des stations d'étude (scribblemaps, 2023).

2.2.1.1. Première station d'étude

Elle s'étend sur une superficie de 23458,13m². Le verger représentant un milieu agricole comportant trois espèces d'arbres fruits : abricotiers, figuier, grenadier (fig. 18A).

La station 01 est déterminée par les coordonnées GPS suivantes: 34.1076 et 3.29 6423 (fig.18B).

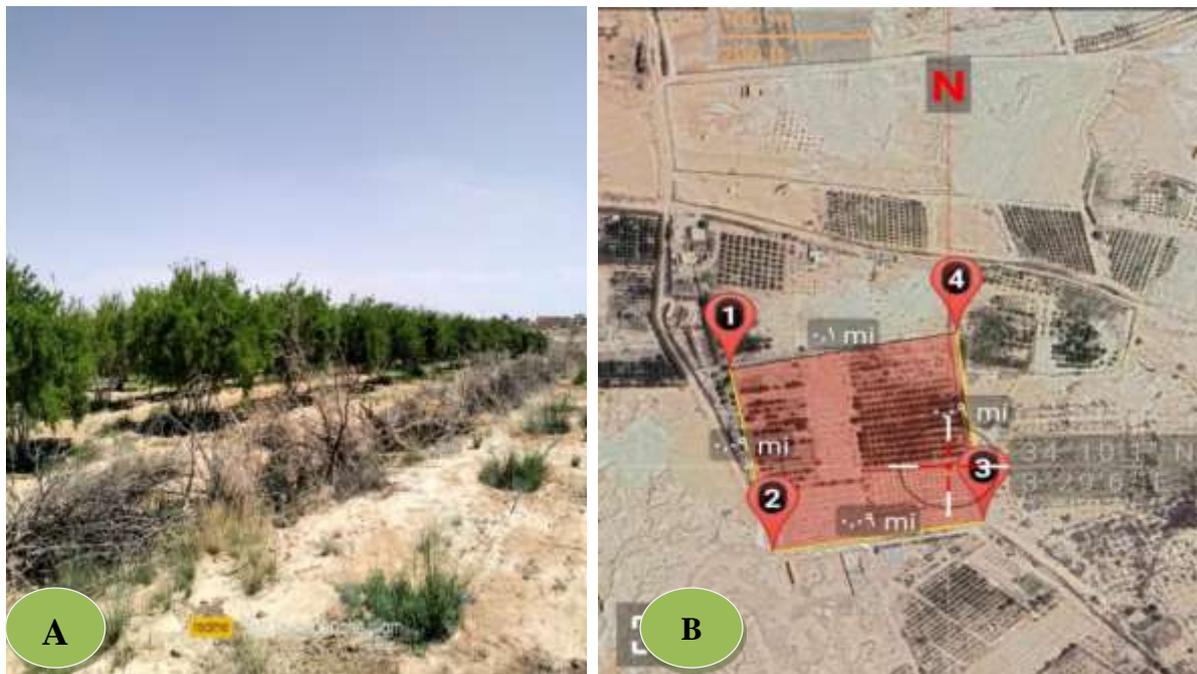


Figure 18: La première station d'étude ; A : photo du verger 01 (photo originale, 2023) ;B : image satellite (scribblemaps, 2023).

2.2.1.2. Deuxième station d'étude

Elle s'étend sur une superficie de 40587 m². Comportant deux espèces d'arbres fruits : abricotier, grenadier (fig.19A).

La station 02 est déterminée par les coordonnées GPS : 34.9 56.6 N et 3.298 6.2 E (fig.19 B).

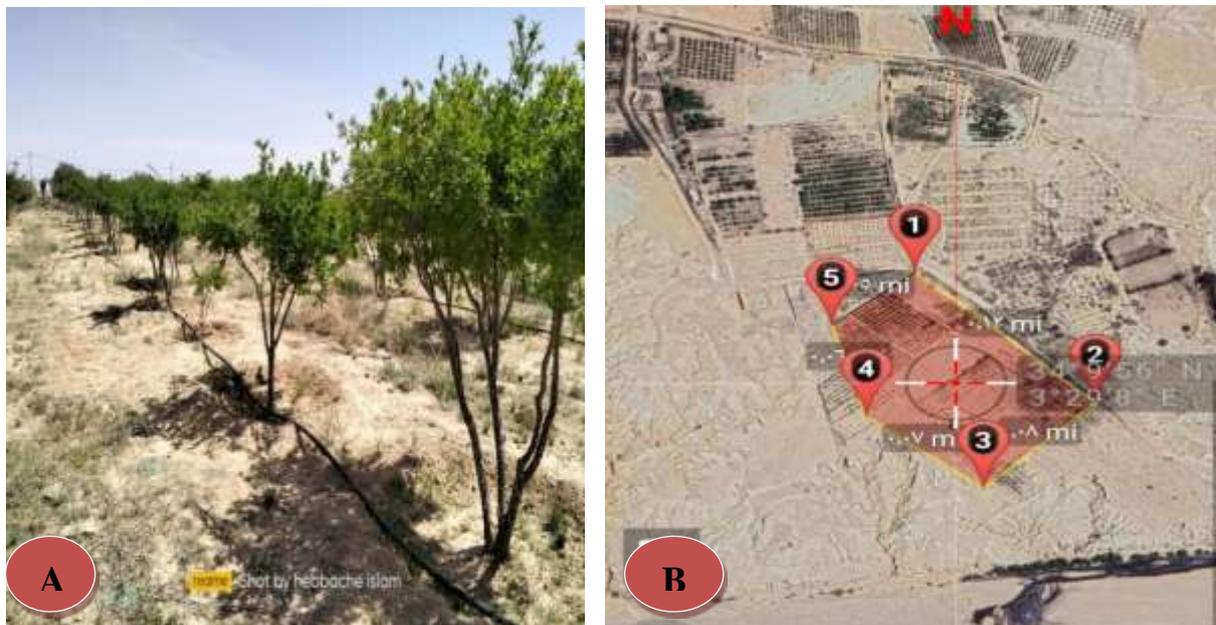


Figure 19: La deuxième station d'étude ; **A** : photo du verger 02 (photo originale, 2023) ;
B : image satellite (scribble maps, 2023).

2.2.2. Méthodologie du travail

L'étude a été effectuée en trois étapes principales. Il s'agit premièrement de réaliser des prospections hebdomadaires dans les deux vergers choisis pour l'échantillonnage de pucerons durant une période s'étalant du mois avril au mois de juin. Une deuxième étape consiste à la conservation des échantillons. Et en fin, une identification (au laboratoire) des spécimens récoltés basée sur les caractéristiques morphologiques des pucerons.

Pour l'échantillonnage des pucerons, une seule méthode a été adoptée pour la récolte des spécimens. Il s'agit du prélèvement de feuillage des grenadiers.

2.2.2.1. Récolte à la main

La récolte à la main est l'une des méthodes les plus simples et les plus rapides pour l'échantillonnage des arthropodes présents à la surface des feuilles (fig. 20), notamment les colonies de pucerons (fig. 20). Elle permet de garder les aphides en parfait état pour leur détermination au laboratoire.

Cette méthode consiste à prélever aléatoirement 10 feuilles sur les quatre (04) points cardinaux (Nord, Sud, Est et Ouest) et du centre de l'arbre. Ces feuilles sont récoltées à partir

Chapitre02: Présentation de zone d'étude

de chacune des 10 arbres qui sont choisis au hasard. Les insectes récupérés sont mis dans des flacons étiquetés (lieu, date, plante hôte, insecte) et acheminés au laboratoire le jour même de la récolte sur terrain.



Figure 20: Récolte à la main des pucerons sur les feuilles de grenadiers et acheminement au laboratoire (photo originale, 2023).

2.2.2.2. Conservation au laboratoire

Les spécimens capturés sont transférés, à l'arrivée, au laboratoire dans des tubes (9mm de long/ 1mm de diamètre) remplis d'alcool à 70% de concentration pour une bonne conservation des pucerons (fig.21). Ces tubes portent des étiquettes sur lesquels sont renseignés la date de l'échantillonnage, les numéros de la station et de la plante hôte.

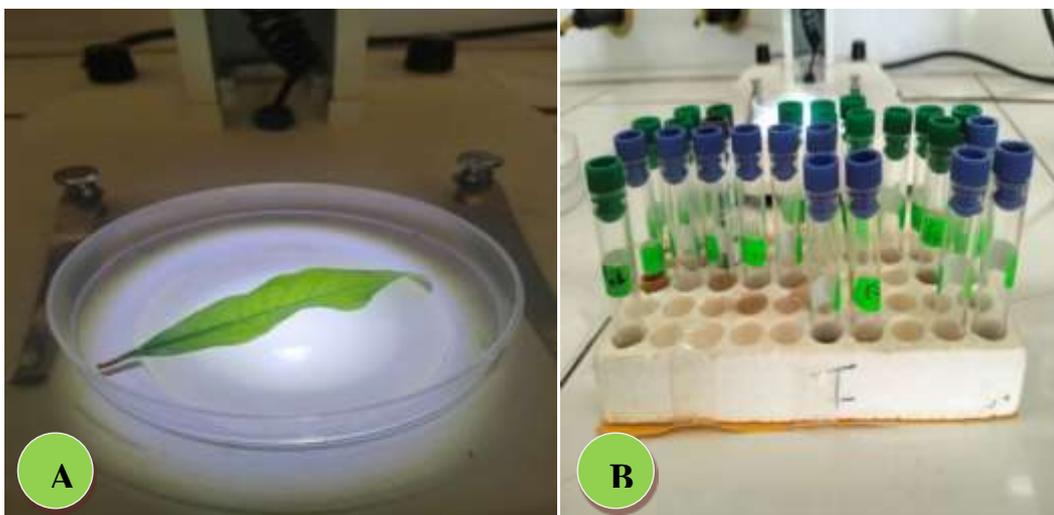


Figure 21: Conservation des insectes ; **A :** boîtes du pétri sous loupe binoculaire ; **B:** Tubes et flacons (photo originale, 2023).



Figure 22: Observation des spécimens récoltés sous la loupe binoculaire (photo originale, 2023).

2.2.2.2. Identification des insectes récoltés

Les espèces triées sont déterminées au laboratoire sous une loupe binoculaire (fig. 22), Pour l'identification des espèces, on se base sur les caractères morphologiques.

Selon LASCAUX (2010), l'identification des pucerons se réalise en observant quelques critères de l'anatomie du puceron en particulier : les antennes, les tubercules frontaux, les tarse, la cauda, la couleur et la forme des cornicules, la pigmentation de l'abdomen et la nervation des ailes (KETTOUCHE, 2017).

2.2.3. Etude des indices écologiques des insectes récoltés

Dans le présent travail, les résultats obtenus sont traités par des indices écologiques de composition et de structure dont les formules et définitions sont comme suit :

2.2.3.1. Indices écologiques de composition

La richesse totale (S), la fréquence centésimale et la constance sont les indices écologiques de composition utilisés.

A. Richesse totale

Selon RAMADE (1994), la richesse totale (S) est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (KETTOUCHE, 2017).

B. Fréquence centésimale ou Abondance relative

D'après DAJOZ (1985), la fréquence centésimale est le pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus (KHELOUL, 2014). Elle est exprimée par la formule :

$$F \% = n_i / N \times 100$$

- **n_i** : Nombre d'individus d'une espèce.
- **N** : Nombre total des individus.

C. Constance ou fréquence d'occurrence

D'après DAJOZ (1975), la constance (C) est le rapport exprimé sous forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce **i** pris en considération, divisé par le nombre total de relevés (BENOUFELLA et KITOUS, 2005).

$$C \% = p/N \times 100$$

- **P** : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.
- **N** : Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de (C%) on distingue les catégories suivantes :

- Une espèce omniprésente si $C=100\%$.
- Une espèce constante si $75\% < C < 100\%$.
- Une espèce régulière si $50\% < C < 75\%$.
- Une espèce accessoire si $25\% < C < 50\%$.
- Une espèce accidentelle si $5\% < C < 25\%$.
- Une espèce rare si $C < 5\%$.

2.2.3.2. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure employés pour l'exploitation des résultats obtenus sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équitabilité (E).

A. Indice de diversité de Shannon-Weaver

Selon RICKLEFS et MILLER (2005), cet indice mesure la diversité du peuplement. Il est exprimé en unités binaires (bits) par la formule suivante :

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

dont :

- P_i** = n_i/N
- n_i** : Nombre d'individus de l'espèce **i**.
- N** : Nombre total de tous les individus.

B. Indice d'équitabilité

D'après RAMADE (1994), l'indice d'équitabilité est le rapport entre la diversité effective (H) de la communauté et sa diversité maximale théorique (KHELOUL, 2014).

L'équitabilité s'obtient par la formule suivante :

$$E = H / H_{\max}$$

Avec : $H_{\max} = \log_2 S$; où S est la richesse spécifique.

Selon le même auteur, l'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (KHELOUL, 2014).

Les résultats obtenus après inventaires des insectes et analyse des indices écologiques sont présentés dans le chapitre résultats et discussions.

Chapitre III :
**Résultats et Discussions ; Inventaire,
distribution et écologie des pucerons**

Chapitre III: Résultats et Discussion ; Inventaire, distribution et écologie des pucerons

L'objectif principal de notre étude est la détermination des périodes d'infestation, par les pucerons, des vergers de grenadiers au niveau de la Commune de Messaad. Cette opération a été réalisée par une surveillance continue des arbres fruitiers, suivie par l'identification des espèces de pucerons capturées sur place. L'inventaire a été effectué au niveau de 02 stations choisies.

L'inventaire hebdomadaire des ravageurs passe par l'identification morphologique des espèces, la détermination des dates d'infestation des vergers et l'étude des indices écologiques.

3.1. Identification et distribution des espèces de pucerons capturées

L'échantillonnage des insectes ciblés dans les vergers de grenadiers au niveau des deux stations d'étude durant la période (avril à juin 2023), a permis d'identifier 02 espèces de pucerons qui sont inscrit dans le tableau 05.

Tableau 05 : Différentes espèces de pucerons recensés dans les deux stations d'étude dans la région de Messaad :

S/ famille	Espèce	Station d'étude	
		Station 01	Station 02
Aphidinae	<i>Aphis gossypii</i>	+	+
	<i>Aphis punicae</i>	+	+
Total		2	2

(+) Présence de l'espèce.

(-) Absence de l'espèce.

Durant les 13 semaines d'échantillonnage sur les grenadiers de la région de Messaad, nous avons recensé seulement 02 espèces de pucerons de la sous famille des Aphidinae, (tab 05).

D'après notre inventaire, nous pouvons noter que les deux sont des espèces de pucerons capturées sont des espèces communes entre les deux stations expérimentales.

Les pucerons sont des espèces répandus dans les zones tempérées et se reproduisent sur la plupart des plantes causant des attaques à des niveaux plus ou moins préjudiciables soit en pleins champs ou sous abri (MICHAEL et DONAHUE, 1998).

D'après SAHRAOUI et TOUIBEG (2022), dans leur inventaire des espèces de pucerons et de leurs ennemis naturels sur les vergers d'abricotier dans la région de Messaad, ils ont recensé 04 espèces de pucerons réparties sur deux familles ; La 1^{ère} est celle des Aphidinae avec 03 espèces

(*Aphis sp.* Linnaeus, 1758. *Aphis erii* Boyer de Fonscolombe, 1841. *Myzus persicae* Sulzer, 1776) et la seconde est celle des Pterocommatinae avec l'espèce *Hyalopterus pruni* Geoffroy, 1762.

BENMOUFAK ET BENDJEKLIL (2020), ont capturé, sur abricotiers des deux régions Messaad et Zakkar (Wilaya de Djelfa), 03 espèces de pucerons réparties dans deux familles ; La 1^{ère} est celle des Aphidinae avec 02 espèces (*Aphis sp.* et *Myzus persicae*) et la seconde est celle des Pterocommatinae avec *Hyalopterus pruni*.

AROUN (1985), a inventorié 15 espèces de pucerons sur des agrumes dans la région de Mitidja. Toutes ces espèces appartenaient à une seule sous famille, celle des Aphidinae.

KETTOUCHE (2016), dans son inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de petit pois dans la région d'Irdjen (Tizi-Ouzou), a recensé 12 espèces appartenant à la même famille des Aphididae: *Aphis craccivora*. Koch, 1854. *A. fabae* Scopoli, 1763. *A. gossypii* Glover, 1877. *Rhopalosiphum padi* Linné, 1758. *R. maidis*. *Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776 *Aulacorthum solani* Kaltentbacher, 1843. *Brachycaudus helichrysi* Kaltentbacher, 1843. *Dysaphis plantaginea* Passerini, 1860. *Hyperomyzus lactucae* Linné, 1758. *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, 1878. *M. rosae* Linnaeus, 1758.

Selon BONNMAISON, (1962) la famille des Aphididae comprend plus de 2000 espèces et qu'elle est surtout bien représentée dans les régions tempérées. En effet, nous constatons d'après les différents travaux que les espèces appartenant à la famille des Aphididae se trouvent aussi bien dans les régions à climat humide (Metidja), sub-humide (Tizi-Ouzou) et semi-aride à aride comme celle de Djelfa.

3.2. Description des espèces de pucerons recensées

3.2.1. *Aphis gossypii* (puceron du melon et du cotonnier)

Ce puceron de la famille des Aphididae est de petite taille (1 à 2 mm) (Fig. 23), plus petit que la plupart des autres pucerons. Il a un aspect globuleux et est généralement de couleur vert-bouteille, entre le jaune et le vert foncé (DIXON, 1987).

Les individus de morphe ailé sont généralement plus petits (DIXON, 1987) et le plus souvent ont un corps généralement vert à vert foncé avec des antennes courtes (de la dimension du corps). L'abdomen est muni de sclérites marginaux. Les cornicules sont noires et plus courtes que chez les aptères. La cauda est pigmentée et plus claire que les cornicules.

Les aptères ont un corps jaunâtre à vert sombre. Ils ont une longueur de 1,2 à 2,2 mm. Les antennes sont jaunes pâles. Le prothorax porte des tubercules latéraux très développés. Les

cornicules sont très foncées et la cauda plus pâle (Fig. 23). Les colonies de cette espèce sont denses sur la face inférieure des feuilles, individus de jaune à vert sombre (HULLÉ et *al.*, 1999).

A. gossypii est l'une des espèces de pucerons les plus répandue à travers le monde. On la trouve sur tous les continents, avec une préférence pour les climats chauds (zones tropicales, subtropicales et tempérées) (CHRISTELLE, 2007).



Figure 23 : Adulte de l'espèce *A. gossypii* (forme aptère) G : 4×10 (Photo originale, 2023).

3.2.2. *Aphis punicae* (puceron du grenadier)

L'aptere possède un corps vert clair mesurant entre 1,4 et 1,9 mm présentant une tête et un thorax foncés. Le front est faiblement et irrégulièrement sinué (Fig. 24A). Les cornicules sont noires, striées et plus foncées à la base. La cauda est marron foncée, se rétrécit, arrondie à l'apex portant 5 à 6 soies fines (LECLANT, 2000).

L'adulte ailé porte des sclerites circulaires de couleur marron dans la zone marginale (Fig.24B), on observe également des sclérites circulaires marginaux et des sclérites post-corniculaires fortement assombris, au milieu de l'abdomen les bandes spinales sont très lisibles (LECLANT, 2000).



Figure 24 : Individus de l'espèce *Aphis punicae* ; **A:** forme aptère ; **B:** forme aille
G : 4×10 (Photo originale)

3.3. Etude comparative de la présence des espèces de pucerons dans les deux stations d'étude

3.3.1. Evolution démographique globale des populations des pucerons

Le dénombrement global et l'évolution dans le temps des effectifs des pucerons (toutes espèces confondues) capturées dans les deux vergers de grenadiers, ont été effectués hebdomadairement durant trois (03) mois, entre le début du mois d'avril jusqu'au la fin de juin. Cette évolution est représentée dans le graphique suivant :

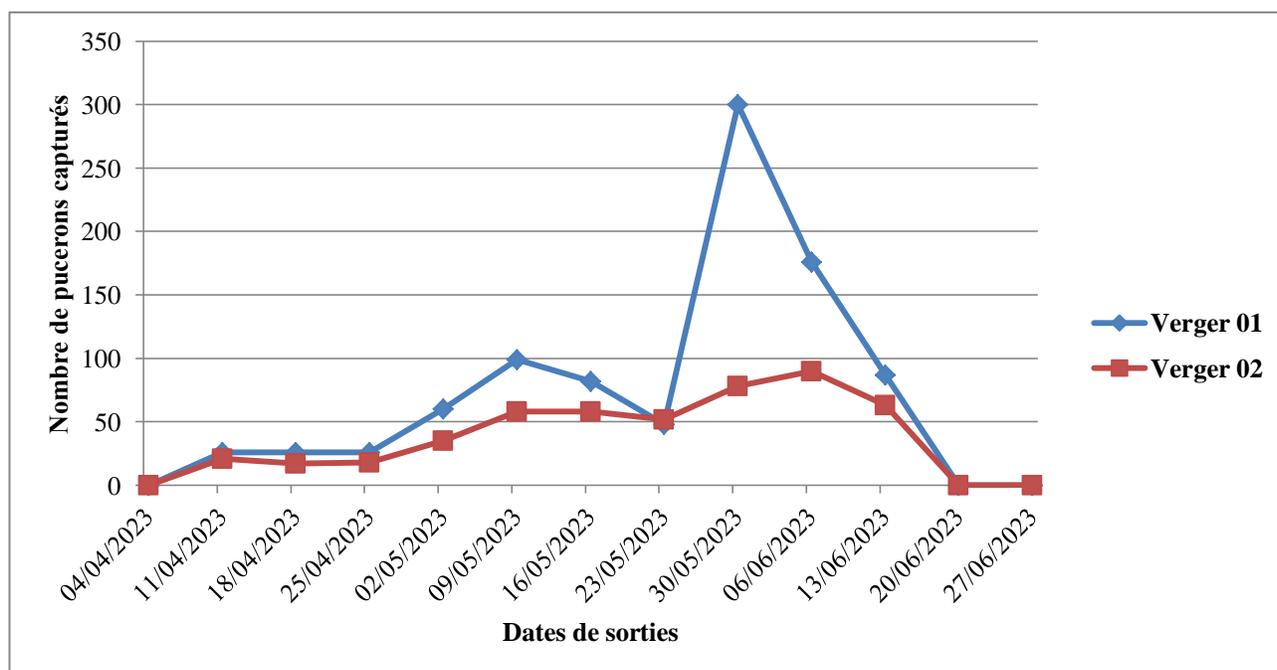


Figure 25 : Evolution démographique des populations des pucerons recensés dans les deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).

Sur environ trois (03) mois d'échantillonnage, 1420 individus (les 02 espèces de pucerons) ont été capturés dans les deux (02) stations (vergers). Dans la station 01, nous avons récolté 930 pucerons. La station 02 a compté 490 pucerons. La présence des pucerons dans les deux stations s'étale exactement durant la période comprise entre le 11 avril et le 13 juin 2023. Durant la période totale d'échantillonnage, nous pouvons observer que pendant la 1^{ère} semaine ainsi que les 02 dernières semaines nous n'avons pas trouvé de pucerons dans les deux stations (absence totale de pucerons). Cela nous indique les périodes d'arrivée et de la disparition des pucerons sur le grenadier dans la région d'étude.

Le onze du mois d'avril, nous observons le début d'arrivée des 02 espèces de pucerons. La reconstitution des populations à la belle saison, est en relation d'une part avec l'apparition des jeunes feuilles, des boutons floraux et d'autre part avec l'élévation des températures moyennes. ROBERT (1980), a noté que la température a une grande influence sur les pucerons car elle agit sur la vitesse de leur croissance, sur la durée de leur vie et sur leur fertilité. Ces conditions ont permis aux populations de pucerons dans les 02 stations d'évoluer progressivement et d'atteindre un niveau maximal vers la fin du mois de mai (fig. 26).

Au début de juin, nous observons une diminution brutale des effectifs. Nous avons enregistré une absence totale des pucerons à partir du 20 juin pour les deux stations sous l'effet vraisemblablement de la régression naturelle de populations. Cette régression peut être également due aux températures élevées.

En effet, d'après DELMAS (1967, in ROBERT, 1982), à 30°C, la naissance de jeunes pucerons est très réduite et leur survie est minimale. Cette régression peut être due, également, aux vols de dissémination des ailés. Selon MASSONIE (1971), les pucerons sont sensibles à la qualité de la nourriture, par conséquent ils partent à la recherche d'autres sources trophiques. L'effet des prédateurs participe à lui aussi à la disparition des populations aphidiennes.

Une période de très forte activité est observée entre le 16 mai et le 13 juin où le nombre de pucerons capturés hebdomadairement est plus ou moins élevé et varie d'une station à une autre. Le pic d'activité maximale se produit le 30 mai avec 378 individus capturés ce jour-là dans les deux stations ensemble, avec 300 pucerons dans la station 01, 78 pucerons dans la station 02.

Dans la station 02, les résultats de capture des pucerons sont faibles par rapport à la première station soit 490 individus contre 930 dans la station 01 durant toute la période d'échantillonnage (Annexe 02).

3.3.2. Evolution démographique des populations de chaque espèces de pucerons

La présence des pucerons dans la région d'étude varie d'une espèce à l'autre. L'évolution des effectifs des individus capturés est représentée dans les figures 27 et 28.

3.3.2.1. Evolution d'*Aphis gossii*

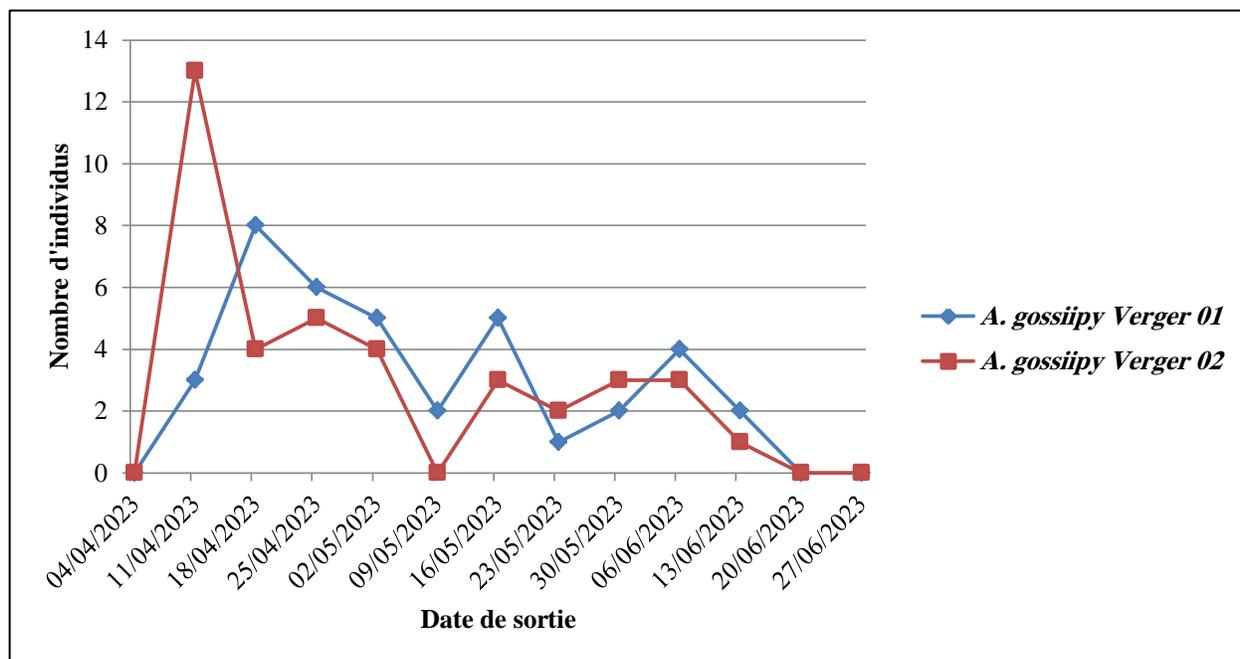


Figure 26 : Evolution démographique des populations des pucerons d'*A. gossii* recensés dans les deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).

D'après la figure 26, la présence de puceron *A. gossii* dans les deux stations s'étale durant la période comprise entre la première dizaine du mois d'avril et la mi-juin. Durant la période totale d'échantillonnage, nous avons récolté 38 pucerons dans chaque station avec un pic de 14 et 8 individus prélevés respectivement dans la 1^{ère} et la 2^{ème} pendant le début du printemps. A partir d 20 juin nous avons enregistré une absence totale des pucerons dans les deux stations.

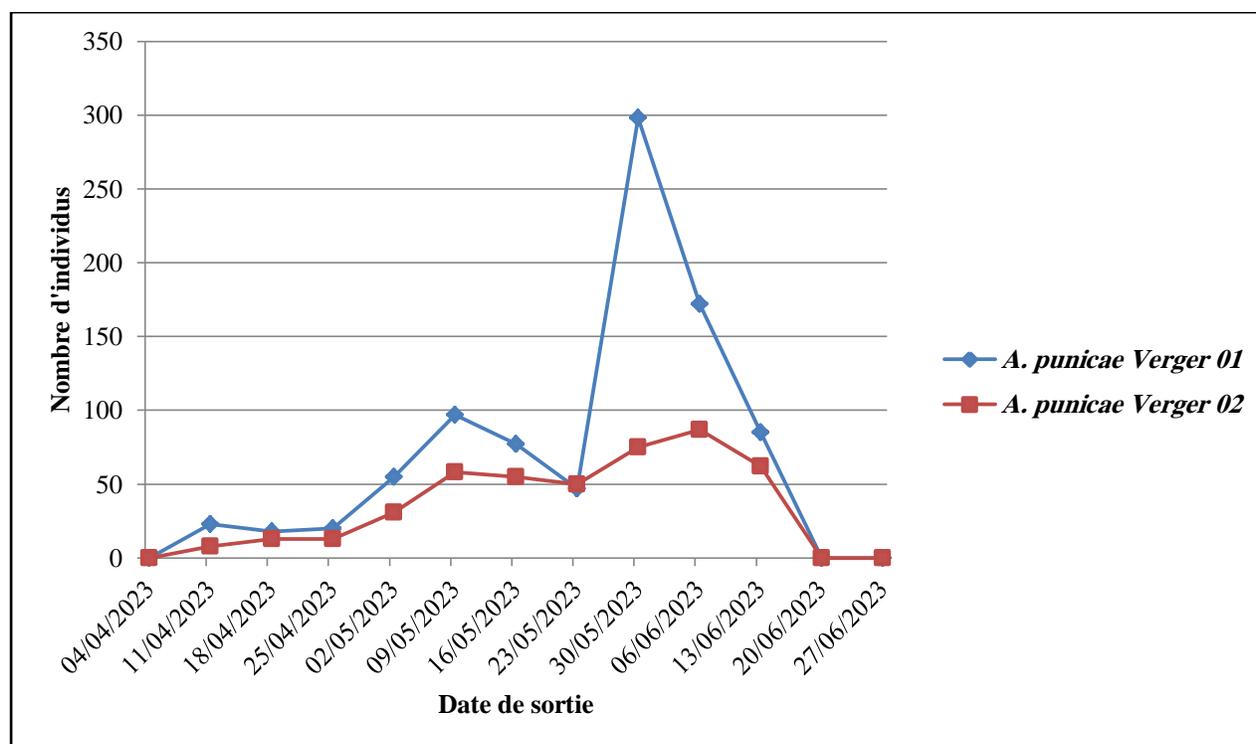


Figure 27 : Evolution démographique des populations des pucerons d'*A. punicae* recensés dans les deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).

L'analyse de la figure 28 montre que le début des infestations par l'espèce *A. punicae* dans les deux stations commence également à la 1^{ère} dizaine du mois d'avril. Elles s'étalent, comme l'espèce *A. gossipy*, jusqu'à la mi-juin 2023. Durant toute la période d'échantillonnage, nous avons récolté 892 *A. punicae* dans la 1^{ère} station avec un pic de 298 individus récoltés enregistrés le 30/05/2023. La 2^{ème} station a compté 452 pucerons avec un pic de 87 individus enregistrés le 06/06/2023. A partir de la 3^{ème} semaine du mois de juin, nous n'avons pas observé aucun *A. punicae* dans les deux stations.

L'importante différence de l'effectif total de cette espèce dans les 02 vergers peut être expliquée par une utilisation ultérieure d'insecticides (à la fin de la saison précédente). L'exploitant a appliqué des traitements chimiques contre les pucerons qui ont pu affecter la présence des pucerons durant cette année.

Début des infestations par les espèces de pucerons dans les 02 vergers de grenadier

Les dates des débuts des infestations des vergers des grenadiers par les deux espèces de pucerons capturées sont notées dans le (tableau 06).

Tableau 06 : Début des infestations des 02 vergers de grenadier par les différentes espèces de pucerons

Espèce de puceron	Station 01	Station 02
<i>Aphis gossypii</i>	11/04/2023	11/04/2023
<i>Aphis punicae</i>	11/04/2023	11/04/2023

D'après le tableau 06, les infestations par les deux espèces (*A. gossypii* et *A. punicae*) ont débuté durant la deuxième semaine du mois d'avril dans les deux stations.

SAHRAOUI et TOUIBEG (2022), ont enregistré le début des infestations vers la mi-avril des vergers d'abricotiers par l'espèce *Aphis* sp. (Messaad). Leurs résultats ont également permis d'enregistrer que l'espèce *A. nerii* est l'espèce la moins rencontrée dans leurs stations d'études. Elle est apparue qu'à partir de la fin du mois de mai. Selon BENMOUFAK ET BENDJEKLIL (2020), l'espèce *Aphis* sp. (Sur abricotier) a infesté les vergers à partir du début du mois d'avril dans la même région d'étude que la nôtre.

3.3.4. Exploitation des résultats par les indices écologiques des pucerons

Les indices écologiques de composition et de structure des espèces inventoriées sont calculés et analysés comme suit :

3.3.4.1. Indices écologiques de composition

A. Richesse totale

Selon la formule de calcul de la richesse totale des espèces dans les deux stations, nous avons obtenu une valeur égale à 2, représentant le nombre total des espèces identifiées durant la période d'échantillonnage.

B. Fréquences centésimales des espèces (Abondance relative)

Nous avons obtenus les fréquences centésimales (tab. 07) des espèces de pucerons récoltés dans les 02 vergers de grenadiers.

Tableau 07 : Fréquence centésimale (F) des pucerons capturés au niveau des deux stations:

Zone d'étude	<i>Aphis punicae</i>		<i>Aphis gossypii</i>		Total ni
	ni	F (%)	ni	F (%)	
Station 01	892	95.91	38	4.09	930
Station 02	452	92.24	38	7.76	490

- ni : Nombre d'individus de pucerons.
- F : Fréquence centésimale.

D'après le tableau 07 nous avons obtenu les résultats suivants :

Dans la station 01, nous avons inventorié 930 individus appartenant à deux (02) espèces de pucerons (*A. punicae* et *A. gossypii*). Les résultats de cette capture montrent que l'espèce *A. punicae* est la plus représentée avec une fréquence de 95.91% du totale des pucerons capturés, suivi par l'espèce *A. gossypii* (F= 4.09%).

Dans la station 02 nous avons capturé 490 individus appartenant à 02 espèces. L'espèce. *A. punicae* est la plus fréquente avec 92,24% du total des pucerons récoltés. *A. gossypii* ne représente que 7.76%.

C. Fréquence d'occurrence ou constance (%)

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces de pucerons capturées sont enregistrées dans le tableau 08 :

Tableau 08: La constance de pucerons capturés dans les zones d'études :

Espèce depuceron	Fréquence d'occurrence ou constance (%)	
	Station 1	Station 2
<i>Aphis gossypii</i>	76.92% (espèce constante)	69.92% (espèce régulière)
<i>Aphis punicae</i>	76.92% (espèce constante)	76.92% (espèce constante)

Les résultats du tableau 08 montrent que dans la station 01, les fréquences d'occurrence

pour les 02 espèces de pucerons sont égales (76.92%). Ces valeurs montrent que les 2 espèces sont constantes. *A. punicae* est également constante dans la station 02, alors qu'*A. gossypii* est une espèce régulière dans cette même station avec 69.92% de fréquence d'occurrence.

SAHRAOUI et TOUIBEG (2022), ont constaté que la fréquence d'occurrence de l'espèce *Aphis* sp. (Messaad) varie d'une espèce accidentelle, régulière à constante. Benmoufak et Bendjeklil (2020), ont démontré que cette espèce a une fréquence accessoire dans la région de Messaad.

3.3.4.2. Indices écologiques de structure

Les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) calculées pour les espèces capturées sont rassemblées dans le tableau 09:

Tableau 09 : Diversité et équitabilité des espèces de pucerons sur les parcelles d'étude.

Indices	Station 1	Station 2
H' (Bits)	0.25	0.37
H' (max)	1	1
E	0.25	0.37

D'après le tableau 09, l'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé est égal à 0.25 bits pour la station 01. La 2^{ème} station a une valeur de 0.37 bits. Avec une diversité maximale H' égale à 1 bit pour les deux stations, on peut conclure qu'elles ont une faible diversité.

Pour l'équitabilité, les valeurs tendent vers 0.5 pour les deux stations 01 et 02 avec respectivement 0,25 et 0,37, Ce qui traduit que les espèces ne sont pas équitablement réparties.

D'après BENMOUFAK ET BENDJEKLIL (2020) et SAHRAOUI et TOUIBEG (2022), la diversité des pucerons dans la région de Messaad est également faible par contre les espèces sont équitablement réparties.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Conclusion générale

Notre présente étude a pour objet l'étude qualitative (identification des espèces) et quantitative (effectifs et période d'infestations) des pucerons infondés à la culture du grenadier dans la région de Messaad (Wilaya de Djelfa). Durant la période qui s'étale entre le mois d'avril jusqu'au mois de juin (04/04/2023 au 27/06/2023), nous avons réalisés nos prélèvements dans deux vergers (02 stations). Un échantillonnage hebdomadaire des insectes, sur les arbres de grenadier, a été effectué durant cette période par l'utilisation de la méthode de récolte directe du feuillage à la main. L'identification des espèces récoltées sur le terrain a été accomplie au niveau des laboratoires de la Faculté des Sciences de la Vie et de la Nature de l'université de Djelfa. Les résultats obtenus à la fin des expérimentations ont révélé les données suivantes :

L'inventaire des pucerons a révélé une richesse spécifique totale de deux (02) espèces qui sont : *Aphis gossypii* et *Aphis punicae*.

Les 02 stations contiennent les deux espèces recensées avec un nombre global de 1420 individus récoltés. Incluant 76 *A. gossypii* (38 pucerons dans chaque verger) et 1344 *A. punicae* (892 dans le verger 01 et 452 dans le second). En additionnant l'effectif des deux espèces, nous avons obtenus 930 individus dans le 1^{er} verger et 490 dans le 2^{ème}.

L'analyse des indices écologiques des espèces récoltées sur le terrain ont révélé les résultats suivants :

L'espèce la plus abondante est *A. punicae* avec environ 96% dans la station 01 et 92% dans la station 02. L'espèce *A. gossypii* représente respectivement 4% et 8% des effectifs des pucerons récoltés.

La fréquence d'occurrence d'*A. punicae* est de 76.92% (espèces constante) dans les deux stations expérimentales. L'espèce *A. gossypii* est également constante dans la station 01 (76.92%), mais elle est régulière dans la deuxième station avec 69.92% de constance.

La région de Messaad possède une faible diversité des espèces de pucerons recensées. En plus, ces ne sont pas équitablement réparties entre les deux stations d'étude.

Le suivi des infestations causées par les différentes espèces de puceron a révélé l'arrivée d'une façon simultanée des espèces de pucerons. Elles sont arrivées sur les 02 stations à partir de la 2^{ème} semaine du mois d'avril. Nous avons noté une plus grande activité de l'espèce *A. punicae* au niveau des 02 vergers avec une augmentation du nombre de pucerons capturés à partir

Conclusion Générale

de la 2^{ème} semaine de mai jusqu'à la 1^{ère} semaine du moi de juin. La présence de l'espèce *A. gossypii* était relativement faible durant toute la période d'échantillonnage, mais avec une légère augmentation durant le mois d'avril. Les 02 espèces ont disparus, également, à la même période à savoir vers la moitié du mois de juin 2023. Pendant la 1^{ère} semaine d'échantillonnage ainsi que les 02 dernières semaines, nous n'avons pas rencontré de pucerons dans les deux stations.

Nous considérons que ce travail est une contribution dans l'approche globale en matière de la protection de grenadiers dans notre région d'étude. Il serait donc enviable de promouvoir les recherches et enrichir les études dans d'autres régions de la zone aride et semi-aride afin de mieux connaître la faune existante dans le milieu étudié, et arriver à cerner les relations plante-insecte, pour créer et développer des moyens de lutte plus efficaces et plus respectueuses de notre environnement et pour préserver la santé des agriculteurs, des consommateurs et de l'écosystème.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. AL-SAID F., OPARA L., AL-YAHYAI A., 2009: Physical, chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) cultivars in Eastern Mediterranean region of Turkey. *Afr J Biotechnol.* 2009; 7: 1294-1301.
2. AMGHAR F. et KADI-HANIFI H., 2008: Diagnostic de la diversité floristique de cinq stations steppiques du Sud algérois. *Les Cahiers d'Orphée*, (5): 1 - 11.
3. ÁNGEL CALÍN SÁNCHEZ A. et CARBONELLI B., 2011: The Pomegranate Fruit Grown in Spain Punicalagina Antioxidant of Pomegranate Juice and Pomegranate Extract in the Functional Food of the Future: Mollar Elche Pomegranate (Vol. 1) GRANATUM PLUS
4. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2009 : An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105-121.
5. AVIRAM M., DORNFELD L., ROSENBLAT M., VOLKOVA N., KAPLAN M., COLEMAN R., HAYEK T., PRESSER D., FUHRMAN B., 2000: Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *Am J Clinl Nutr* 71:1062–76.
6. BEN-ARIE R., SEGAL N., GUELFAT-REICH S., 1984:The maturation and ripening of the 'Wonderful' pomegranate .*J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 109(6), 898-902.
7. BENMOUFAK L.et BEN DJEKLIL Z., 2020 : Détermination des périodes d'infestation des vergers d'abricotier par les pucerons. Inventive de leurs auxiliaires dans la région de Djelfa (Messaad-Zakkar). *Memoire de Master. Spécialité : Ecologie Animale. Université Ziane Achour – Djelfa.* p34-35. p45-54.
8. BENOUFELLA-KITOUS K., 2005 : Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à OuedAissi (Tizi-Ouzou). *Mémoire de magister, ENSA El-Harrach, Alger*, pp.158.
9. BIOBEST S.D., 2023 : Les pucerons. Récupéré le 9 mai 2023, de <https://www.biobestgroup.com/fr/biobest/ravageurs-et-maladies/les-pucerons-4957/>
10. BLACKMAN R.L .et EASTOP V.F., 2000: *Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide.* 2nd Ed. New York. : John Wiley et Sons Publishers, 466p.
11. BONNEMAIN J.L.et CHOLLET J.F., 2003: The arsenal of agrochemical products versus the plant enemies. *General considerations C. R. Biologies* 326 (2003) 1–7.

12. BONNEMAISON L., 1962 : Les ennemis animaux des plantes cultivées. Ed. S.E.P. Paris, 605p.
13. BONNEMAISON L., 2010: Aphids as biological models and agricultural pests. C. R. Biologies. 333 : 461- 463.
14. CAGLAYAN K., GAZEL M., ROUMI, V., KOCABAG H.D., TUNÇ B., REYNARD J. S., RUIZ-GARCÍA A. B., OLMOS A., & CANDRESSE T., 2020 : Identification of Pomegranate as a New Host of Passiflora Edulis Symptomless Virus (PeSV) and Analysis of PeSV Diversity. Plants, 9(11) 1542.
15. CAUCHARD P., 2013: La grenade : Organisation de la filière, opportunités et contraintes pour son développement. Angers : Agro campus Ouest. Mémoire d'ingénieur : Horticulture. Fruits, Légumes, Alimentation et Marchés (FLAM) : Agro campus Ouest 35 .p.
16. CHAKRABARTI S., 2018: Aphids. In: Omkar (eds) Pests and Their Management .Springer, Singapore .https://doi.org/10.1007/97824_8-8687-10-981-
17. CHAMBRE RÉGIONALE D'AGRICULTURE PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR ., 2019: Produire des grenades en agriculture biologique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Fiche technique. Récupéré sur https://www.bio-provence.org/IMG/pdf/fiche_technique_grenade_finale_bd.pdf
18. CHANDRA R., JADHAV V.T., SHARMA J., 2010: global scenario of pomegranate (*Punica granatum L.*) Culture with special reference to India. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology 4:7–18
19. CHAUHAN R.D. et KANWAR K., 2012: Biotechnological advances in pomegranate (*Punica granatum L.*). In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, vol 48, no 6, p. 579-594.
20. CHEBOUTI A., MAAMRI F., BROURI L., BEKAI F ., RAHMANI D., 2006: Étude phytoécologique et valeur pastorale des parcours de la région de Messaad (W.de Djelfa). Actes des Journées Internationale Désertification, Développement durable, 10-12 juin 2006, Biskra, : 205 - 208.
21. CHERAIR H., 2016: Etude éco-éthologique du peuplement d'apoïdes (Hyménoptèra. Aculeata) en milieu steppique (région Djelfa) Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique – El Harrach – Alger. 293p
22. CHRISTELLE L., 2007 : Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech,

Paris. p 43-44.

23. COCUZZA G.E.M., MAZZEO G., RUSSO A., 2016: Pomegranate arthropod pests and their management in the Mediterranean area *Phytoparasitica*–393 ,44 409
24. DAJOZ R., 1971: Précis d'écologie. 2^a Edition. Dunod, Paris.
25. DAJOZ R., 1975: Précis d'écologie. Ed Dunod, Paris, 549p
26. DAJOZ R., 1985: Précis d'écologie. Ed. Dunod. 505 p
27. DAJOZ R., 1996:Précis d'écologie, 6 ème Edition, Ed. Dunod, Paris, 551 p.
28. DAJOZ. R., 2003: Précis d'écologie. 7^a Edition. Dunod, Paris.
29. DAJOZ R., 2006: Précis écologique. Ed. Dunod. Paris, 631p.
30. DATTATRAYA H.R., RAGHAVENDRA G., DADAPEER P., MANJUNATH G., SATHISH D., RS J., AM N., 2022: The Pharma Innovation Journal 2022; 11(12): 4098-4104
31. DAVIES F.T., 2003: The physiology of tropical fruit trees :CABI
32. DHOUIBI M.H., 1992: Effet de la bactospeïne XLV sur la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller Lepidoptera: Pyralidae). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent. 57/2b, 505-514.
33. DIXON. A. F. G., 1987: The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In A.K. Minks and P. Hanewin (Editors), Word Crop Pest Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control, Elsevier, Amsterdam, vol.2A: 197-207.
34. DREUX P., 1980: Précis d'écologie. Ed. Presses universitaires de France, Paris, 231p.
35. D.S.A., 2021: Statistiques sur l'arboriculture fruitière et rustique. Service des Statistiques Agricoles. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Djelfa. Algérie.
36. D.S.A., 2022 : Statistiques sur l'arboriculture fruitière et rustique. Service des Statistiques Agricoles
37. EDDE P.A., 2022: Arthropod pests of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Dans Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance (pp. 2-73). Academic Press..
38. FAKHOUR S. et SEKKAT A., 2006 : Première liste des insectes nuisibles sur grenadier dans la plaine du Tadla 6ème Congrès de l'Association Marocaine de Protection des Plantes, Rabat, Maroc. MAPM, 2005.
39. FAOSTAT., 2021: Crops - Pomegranates - World 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
40. FAURIE. C., FERRA C. H., MEDORI P., DÉVAUX J., HEMPTINNE J.L., 2003 : Ecologie :approche scientifique et pratique. Paris, Tec et Doc, 407 p.
41. FUTURA-SCIENCES, 2021: Puceron. Futura Sciences. Récupéré de

https://www.futur_sciences.com/planete/definitions/insecte-puceron-18654/

42. GULLAN P.J.et MARTIN J.H., 2009: Sternorrhyncha: (Jumping Plant-Lice, Whiteflies, Aphids, and Scale Insects). In V. H. Resh & R. T. Cardé (Eds.), *Encyclopedia of Insects* (2nd ed., pp. 957-967). Academic Press.
43. HACHED H., BEN ROMDHANE S., SAHRAOUI H., GRISSA-LEBDI K., 2018: Control trials against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1881 (Lepidoptera: Pyralidae) under controlled conditions and in citrus orchard .*Agriculture and Biotechnology*, 49(3) : p. 2961-2970
44. HEBER D., SEERAM N.P., WYATT H., HENNING S.M., 2006:Pomegranate supplementation: benefits and risks .In *Functional Foods* (pp. 197-204). CRC Press.
45. HEIN L., VAN KOPPEN K., RUDOLF S., EKKO C., IERLAND V., 2005: Toward improved environmental and social management of Indian shrimp farming. *Environmental Management* 29 : 349-359.
46. HMID I., 2013: Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica Granatum* L.) : Caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse Doc. Sci. Agro. France. 177 p
47. HOLLAND D., HATIB K., BAR-YA'AKOV I., 2009: Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. *Horticultural Reviews*, 35, 127-191.
48. HULLE. M., TURPEAU-AIT IGHIL. E., ROBERT. Y., MONET. Y., 1999 : Les pucerons des plantes maraichères. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris
49. I.N.R.A.E., 2021: Cycles biologiques des pucerons. Encyclopédie des pucerons. Récupéré de <https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Qu-est-ce-qu-un-puceron/Cycles-biologiques>
50. JIA C.et ZIA C.A., 1998: Fungicide made from Chinese medicinal herb extract. Chinese Patent 1181187, 1998.
51. JURENKA J.S., 2008: Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.): a review. *Altern Med Rev.* 2008 Jun; 13(2): pp128-44.
52. KALAYCIOĞLU Z.et ERIM F.B., 2017 :Total phenolic contents, antioxidant activities, and bioactive ingredients of juices from pomegranate cultivars worldwide. *Food Chemistry*, 221, 496–507.
53. KETTOUCHE R., 2017 : Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de petit pois dans une parcelle de petit pois Merveille de Kelvedor dans la région d'Irdjen (TiziOuzou). *Mém. Mas. Cent. Univ. Tizi-Ouzou.* 67 p.

54. KHELOUL L., 2014 : Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève. Dynamique des populations de certaines espèces caractéristiques dans deux parcelles de fève *Vicia fabaminor* et *Vicia faba* major dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Mém. Mag. Cent. Univ. Tizi-Ouzou. 122 p.
55. KSENTINI I., 2009:Lutte biologique contre la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae), à l'aide de parasitoïdes oophages du genre *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Communication présentée lors du Colloque "Mise en valeur et régulation d'un écosystème à l'échelle
56. KUMAR N.V., GODARA A., MIRZA A., 2020: Characteristics of flowering and fruiting description of pomegranate (*Punica granatum* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(11), 401–412.
57. KUMAR R., SINGH P., SINGH R., SINGH K., 2018: Pomegranate cultivation in India: An overview .Technical Bulletin - Central Institute of Agricultural Engineering, (TB-138), 2
58. LAHOUEL M., 2014: Caractérisation de l'environnement racinaire du pistachier de l'Atlas, de l'Olivier et du Grenadier dans la région de Messaad. Thèse de Magister. Université Ziane Achour de Djelfa (Algérie). 101 p.
59. LAHOUEL M., 2022: Contribution à l'étude des ressources génétiques du Grenadier *Punica granatum* L. ; (Punicaceae/Lythraceae) de la région de Messaad (Wilaya de Djelfa) (Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie).113p
60. LANSKY E.P.et NEWMAN R., 2007,; Pomegranate (*Punica granatum*) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. Journal of ethnopharmacology, 109(2), 177-206.
61. LASCAUX E., 2010 : Lutte biologique contre les pucerons: auxiliaires, stratégies et perspectives en cultures maraîchères et en fraise. Journées techniques Fruits et Légumes Biologiques, 35p.
62. LECLANT F., 1978: Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification I, grandes cultures.Ed. Association coor. Tech. Agri. (A.C.T.A), Paris, 63p.
63. LECLANT F., 2000 : Les pucerons des plantes cultivées : clefs d'identification. III-cultures fruitières,INRA, Paris, pp. 7-12.
64. LEVEQUE C., 2001: Ecologie. De l'écosystème à la biosphère. Masson Sciences. Dunod, Paris.502p.
65. LIEN G ET SPARKS Z., 2001: Influence of the leaf curling plum aphid (*Brachycaudus*

- helichrysl) on stem diameter, seed yield, and their relationship, in sunflower». Journal of agricultural science 125: 211-221.
66. LEE Y., LEE W., KIM H., LEE S., 2014 : A new record of *Aphis punicae* Passerini, 1863 (Hemiptera: Aphididae) from Korea. Entomological Society of America Annual Meeting 2014. 18. 10.1016/j.aspen.2014.12.008
67. LI X., LU X., HE Y., DENG M., LV Y., 2020: Identification the Pathogens Causing Rot Disease in Pomegranate)(*Punica granatum* L.) in China and the Antifungal Activity of Aqueous Garlic Extract .*Forests* .34:(1)11 ;2020 .<https://doi.org/10.3390/f11010034>
68. LONGTIN R., 2003: The pomegranate: nature's power fruit? J Natl Cancer Inst 95:346–8.
69. M.A.D.R., 2021 : Rapport sur les arbres fruitiers en Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Algérie.
70. MASSONIE G., 1971 :L'élevage des aphides sur milieu synthétique. Ann. Zool. Ecol.Anim. Vol. 3 (1): 103-123.
71. MEENA K.K., SINGH R., PAREEK S., KASHYAP P., 2009: Evaluation of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes for Morphological and Flowering Charateristics under Semi-Arid Climate. In Proceedings of the Second International Symposium on Pomegranate and Minor including Mediterranean Fruits (ISPMMF - 2009), Dharwad, Inde, 23-27 Juin 2009, pp. 233-237
72. MELGAREJO P.et SALAZAR D.M.S., 2003: Tratado de fruticultura para zonas aridasysemiaridas.Vol.2. : Algarr.416p.
73. MERCOLA B., 2014: What are pomegranates good for ?<http://articles.mercola.com/sites/articles/archive/2014/10/05/pomegranates.aspx>
- 74.MESHARAM D.T., MITTAL H.K., PUROHIT R.C., GORANTIWAR SD., 2009:Water Requirement of Pomegranate (*Punica granatum* L.) for Solapur District of Maharashtra State.In Proceedings of the Second International Symposium on Pomegranate and Minor including Mediterranean Fruits (ISPMMF - 2009), Dharwad, Inde, 23-27 Juin 2009, pp. 311-322.
75. MEZIANE-KACI Z., 2018: Valorisation de l'écorce de trois cultivars de fruit de la grenade) *Punica granatum* L) de la plaine de Mitidja (Algérie) par l'obtention d'un extrait riche en polyphénols à usage alimentaire et pharmaceutique .Doct. Sci. Université. Saad DAHLEB - Blida 1. 237p
76. MICHAEL J.B., et DONAHUE. J.D., 1998: Leaf and Stem Feeding Aphids. College of Agriculture. Entomology Program, University of WyomingL (.de la plaine de Mitidja

- (Algérie) par l'obtention d'un extrait riche en polyphénols à usage alimentaire et pharmaceutique .Doct. Sci. Université. Saad DAHLEB - Blida 1. 237p
77. NAM H.Y., PARK Y., LEE J.H., 2019: Population Genetic Structure of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) in Korea. *Insects*. 2019 Sep 26;10(10):319. doi: 10.3390/insects10100319.
78. OZTURK N., ULUSOY M.R., BAYHAN E., 2005: Pest and natural enemy species determined in pomegranate orchards in the Eastern Mediterranean Region, Turkey. *Turk. J. Entomol.* 29:pp225-235.
79. ÖZTURK N. et ULUSOY M.R., 2009: Pests and natural enemy species determined in pomegranate orchards in Turkey .*Acta Hort. (ISHS)* 818 :Pp277-284P
80. PECCOUD J., SIMON J.C., VON DOHLEN C., COEUR D'ACIER A., PLANTEGENEST M., VANLERBERGHE-MASUTTI F., JOUSSELIN E., 2010: Evolutionary history of aphid-plant associations and their role in aphid diversification. *C.R. Biologies*, 333: 474-487.
81. POUGET M., 1977 : Cartographie des zones arides. Géomorphologie, pédologie, groupement végétal, aptitude du milieu pour mise en valeur Région de Messaâd - Ain El Ibel. Ed. Organisme Rech. Sci. Techn. Outre Mer, Paris, Notice explicative n° 67, 69 p.
82. POUGET M., 1980 : Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Univ. Aix-Marseille III, Paris, 466 p.
83. RAMADE F., 1984 : Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale-. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
84. RAMADE F., 1994: Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Edi-science international, Paris, 822 p
85. RAMADE F., 2009: élément d'écologie. Écologie fondamentale. 4eme Edition. ED. Dunod. Paris. 689p
86. RAP CULTURES ORNEMENTALES EN SERRE., 2023: Pucerons, Partenariat Canadien pour l'agriculture.
87. REMAUDIERE G. et REMAUDIERE M., 1997: Catalogue des Aphididae du Monde. Homoptera, Aphidoidea. INRA Ed, Paris. 473 pp.
88. REN Y. et YANG L., 2016: *Ectomyelois Heinrich* 1956 ,in China, with descriptions of two new species and a key) Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae .(*ZooKeys* 559: 125–137p.
89. RICKLEFS R.E. et MILLER GL., 2005 : Ecologie, 4ème édition De Boeck, Bruxelles, pp. 547.

90. ROBERT Y., 1980 : Recherché sur la biologie des pucerons en Bretagne, application à l'étudeépidémiologique des viroses de la pomme de terre. Thèse Doctorat. Sci., Rennes. 242 p.
91. ROBERT Y., 1982 : Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. Jour. étu info. sur les pucerons des cultures. 2-4 mars 1981, Paris : 21-25.
92. ROGERS D.J.et RANDOLPH S.E., 2006: Climate change and vector-borne diseases.Advances in Parasitology 62, 345-381
93. SABRI A., VANDERMOTEN S., LEROY P.D., HAUBRUGE E., HANCE T., THONART P., DE P., et FRANCIS F., 2003: Proteomic Investigation of Aphid Honeydew Reveals an Unexpected Diversity of Proteins. PLoS One. 8(9) : e74656.
94. SAHRAOUI A.et TOUIBEG I., 2022 : Inventaire des espèces de pucerons et de leurs ennemis naturels sur les vergers d'abricotier dansla région de Messaad (W. Djelfa). Mémoire de Master. Spécialité : Ecologie Animale. Université Ziane Achour – Djelfa. pp75
95. SANTÉ CANADA., 2018:Les pucerons. Récupéré le 9 mai 2023, de <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/conseils-pour-contrôle-parasites/pucerons.html>.
96. SEKKAT A., 2007 : Les pucerons des agrumes au Maroc : Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement .ENA. Maroc
97. SELTZER P., 1946 : Le climat de l'Algérie, Carbonel, Alger, P219.
98. SHAHR BABAKI B., 1997: Genetic Diversity of Pomegranate Genotypes in Iran. Karaj, Iran: Agriculture Education Publication; 1997.
99. SHARMA S.D.et SHARMA V.K., 1990: Variation for chemical characters in some promising strains of wild pomegranate) *Punica granatum L.*(.Euphytica 49(2):131–133. doi:10.1007/bf00027262
100. SHAYGANNIA E., BAHMANI M., ZAMANZAD B., RAFIEIAN-KOPAEI M., 2006: A Review Study on *Punica granatum L.* J Evid Based Complementary Altern Med. 2016 Jul; 21(3):221-7. doi2156587215598039/10.1177 :
101. SHEPPARD W.S., STECK G.J., MCPHERON B., 1992: Les populations géographiques de la mouche méditerranéenne peuvent être différenciées par la variation de l'ADN mitochondrial .Experientia, 48: p.1010-1013.
102. SINGH N.V., ABBURI V.L., RAMAJAYAM D., KUMAR R., CHANDRA R., SHARMA K.K, SHARMA J., BABU K.D., PAL R.K., MUNDEWADIKAR D.M., SAMINATHAN T ., CANTRELL R., NIMMAKAYALA P., REDDY U-K., 2015: Genetic

- diversity and association mapping of bacterial blight and other horticulturally important traits with microsatellite markers in pomegranate from India. *Mol Genet Genomics*. 2015 Aug;290(4):1393-402. doi: 10.1007/s00438-015-1003-0.
103. SINGH R.P., CHIDAMBARA MURTHY K.N., JAYAPRAKASHA G.K., 2002: Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *J Agric Food Chem*. 2002 Jan 2;50(1):81-6. doi: 10.1021/jf010865b. PMID: 11754547.
104. SORENSEN J.T., 2009: Aphids. In V. H. Resh & R. T. Cardé (Eds.), *Encyclopedia of Insects* (2nd ed., pp. 27-31). Academic Press.
105. STEWART P., 1969 : Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Doc., hist., natu., agro., El Harrach* : 24 – 25
106. TAGU D., PRUNIER-LETERME N., LEGEAI F., GAUTHIER J.P., DUCLERT A. , SABATER-MUNOZ B., BONHOMME J., SIMON J.C., 2004: Annotated expressed sequence tags for studies of the regulation of reproductive modes in aphids. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 34.82-809 :
107. TANYA D., 2002: Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.
108. WALALI I.D., SKIREDJ A., ELATTIR H., 2003: L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA. Transfert de Technologie en Agriculture. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural*, 105 : 4p.
109. WALD E.,2009 : Le grenadier) *Punica granatum*. L.) plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. Thèse. *Doc Phar., Univ. Henri Poincaré-Nancy*, 147 p.
109. WASKAR D.P., 2006: Pomegranate) *Punica granatum*. L) In: *Advances in Arid Horticulture*, Eds. Saroj, P.L. and Awasthi, O.P., Vol II. pp.375-394.
110. ZHANG J., ZHAN B., YAO X., SONG J., 1995: Antiviral activity of tannin from the pericarp of *Punica granatum* L. against genital herpes virus in vitro. *Zhongguo Zhongyao Zazhi* 1995, 20, 556-558

Annexe

Annexe01 : Températures moyennes (C°) de la Commune de Messaad durant lapériode1992-2022.

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	M-A
Température maximale (°C)	12.95	15.18	18.67	21.18	26.42	32.85	38.62	35.14	30.19	25.56	19.74	14.65	24.18
Température minimale (°C)	1.98	2.88	4.66	7.62	11.74	15.59	19.78	19.38	15.56	12.72	4.92	3.89	10.06
Température moyenne (°C)	7.46	9.03	11.81	14.40	19.08	24.22	29.20	27.26	22.87	19.14	12.33	9.27	17.17

Annexe02 : Liste du matériel utilisé dans les expérimentations sur le terrain et au laboratoire

Sur le terrain

- Boîtes de Pétri.
- Flacons en plastique et des étiquettes.
- Tubes à essai.
- Boîtes et sachets en plastique pour transporter le matériel.
- Pinceaux souples pour la récolte des insectes.

Au Laboratoire

- Boîte de pétri, des étiquettes et des pinces en acier.
- Loupe binoculaire pour le tri, comptage et détermination des pucerons capturés.
- Ethanol dilué à 70% et eau distillée pour la conservation des insectes.

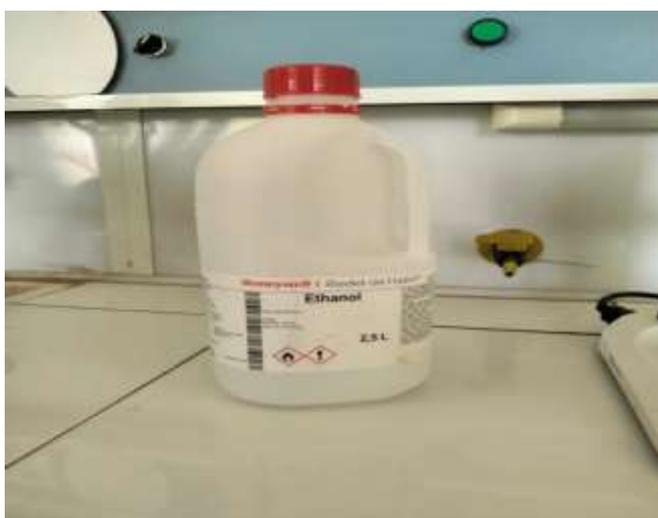


Figure A: Ethanol dilué à 70% (photo originale, 2023)



Figure B:Préparation des insectes capturés à l'identification au laboratoire (photo originale,2023).

Annexe 03 : Evolution démographique des populations des pucerons dans les deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023) :

Date de sortie	Station 01	Station 02
04/04/2023	0	0
11/04/2023	26	21
18/04/2023	26	17
25/04/2023	26	18
02/05/2023	60	35
09/05/2023	99	58
16/05/2023	82	58
23/05/2023	48	52
30/05/2023	300	78
06/06/2023	176	90
13/06/2023	87	63
20/06/2023	0	0
27/06/2023	0	0
Total	930	490

Annexe 04 : Evolution démographique des populations des pucerons d'*A.gossiipy* recensés dans les deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).

Date	<i>A. gossiipy</i>	
	Station 01	Station 02
04/04/2023	0	0
11/04/2023	3	13
18/04/2023	8	4
25/04/2023	6	5
02/05/2023	5	4
09/05/2023	2	0
16/05/2023	5	3
23/05/2023	1	2
30/05/2023	2	3
06/06/2023	4	3
13/06/2023	2	1
20/06/2023	0	0
27/06/2023	0	0
Total	38	38

Annexe 05 : Evolution démographique des populations des pucerons d'*A. punicae* recensés dans les deux vergers de grenadiers dans la région de Messaad (avril-juin 2023).

Date	<i>A. punicae</i>	
	Station 01	Station 02
04/04/2023	0	0
11/04/2023	23	8
18/04/2023	18	13
25/04/2023	20	13
02/05/2023	55	31
09/05/2023	97	58
16/05/2023	77	55
23/05/2023	47	50
30/05/2023	298	75
06/06/2023	172	87
13/06/2023	85	62
20/06/2023	0	0
27/06/2023	0	0
Total	892	452

Résumé

الملخص

قمنا في دراستنا بتتبع فترات الإصابة بحشرات المن التي تهاجم أشجار الرمان، وقد أجريت هذه الدراسة في منطقة مسعد على مزرعتين، وفي نهاية هذا العمل وجدنا أن هناك انخفاض في التنوع البيولوجي لأنواع حشرات المن التي تهاجم أشجار الرمان. هناك نوعان فقط *Aphis punicea* و *Aphis gossypii* ينتميان إلى عائلة *Aphidinae* يعتبر *A. punicea* هو الأكثر وفرة (أكثر من 92%) بين النوعين في المحطتين بعدد 1433 فرداً. كان لدى *A. gossypii* 76 فرداً فقط (أقل من 08%). النوعان لهما تواجد مستمر في المحطتين، بنسبة تكرار 76.92%، باستثناء النوع *A. gossypii*، فهو منتظم في المحطة الثانية (69.92% ثبات). تم وصول النوعين إلى بساتين الرمان في نفس الوقت، وبدأت الإصابة خلال الأسبوع الثاني من شهر أفريل، وتم تسجيل نشاط قوي إلى حد ما للنوع *A. punicea* في منتصف شهر ماي تقريباً حتى نهاية جوان. *A. gossypii* كان أقل حدة ومحدوداً في شهر أفريل. حشرات المن اختفت تماماً خلال منتصف شهر جوان حيث سجل ارتفاع كبير للحرارة في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: الرمان؛ مسعد؛ المن؛ الجرد؛ فترة الإصابة.

Abstract

In our study, we followed the periods of infestation by aphids attacking pomegranate. This study was conducted in the Messaad region on two farms. At the end of this work, we found that there is a low biodiversity of aphid species attacking pomegranate. There are only two (02); *Aphis gossypii* and *Aphis punicea* belonging to the Aphidinae family. *A. punicea* is the most abundant (over 92%) of the two species at the two stations with 1420 individuals. *A. gossypii* had only 76 individuals (less than 08%). The two species have a constant presence in the 02 stations, with 76.92% frequency of occurrence, except for the species *A. gossypii*, it is regular in the 2nd station (69.92% constancy). Both species were introduced into pomegranate orchards at the same time. Infestations started around the 2nd week of April. A more or less strong activity of the species *A. punicea* was recorded around mid-May until the end of June. For *A. gossypii*, it was less intense and limited than in April. The presence of aphids disappeared around mid-June during the period of high summer heat recorded.

Keywords: Grenadier; Messaad; Aphids; Inventory; Period of infestation.

Résumé

Dans notre étude, nous avons suivi les périodes d'infestation des pucerons qui s'attaquent au grenadier. Cette étude a été menée dans la région de Messaad dans deux exploitations agricoles. À l'issue de ce travail, nous avons constaté qu'il existe une faible biodiversité des espèces de pucerons attaquant le grenadier. Il en existe seulement deux (02) ; *Aphis gossypii* et *Aphis punicea* appartenant à la famille des Aphidinae. *A. punicea* est la plus abondante (plus de 92%) des deux espèces au niveau des deux stations, avec 1420 individus. *A. gossypii* ne comptait que 76 individus (moins de 08%). Les deux espèces ont une présence constante dans les 02 stations, avec 76.92% de fréquence d'occurrence, sauf pour l'espèce *A. gossypii*, elle est régulière dans la 2^{ème} station (69.92% de constance). Les deux espèces se sont introduites dans les vergers de grenadiers à la même période. Les infestations ont débuté vers la 2^{ème} semaine du mois d'avril. Une activité plus ou moins forte de l'espèce *A. punicea* a été enregistrée vers la mi-mai jusqu'à la fin juin. Pour *A. gossypii*, elle était moins intense et limitée qu'au mois d'avril. La présence des pucerons s'est annulée vers la mi-juin à la période des grandes chaleurs estivales enregistrées dans la région.

Mots clés: Grenadier ; Messaad ; Pucerons ; Inventaire ; Période d'infestation.