

Université Mustapha Stambouli
Mascara



جامعة مصطفى اسطمبولي
معسكر

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences agronomiques

Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique LRSBG

Laboratoire de Recherche en Géo-environnement et Développement des Espaces GEDE

THÈSE de DOCTORAT

Spécialité : Production végétale et protection des végétaux

Intitulée

Etude agronomique et écologique du système :

« olivier-bioagresseur »

Cas de l'olive Sigoise dans la région de Mascara

Présentée par : HOUACINE Elhoucine

Devant le jury :

Président	MILOUDI Ali	Professeur	Université Mustapha Stambouli – Mascara
Examineur	RIGHI Kada	M.C.A	Université Mustapha Stambouli – Mascara
Examineur	MOHAMMEDI Ahmed	M.C.A	Université Hassiba Benbouali– Chlef
Examineur	BOUALEM Sid Ahmed	M.C.A	Université Mustapha Stambouli – Mascara
Directeur de thèse	ELOUISSI Mouffok	Professeur	Université Mustapha Stambouli – Mascara
Co-Directeur de thèse	HARIZIA Abdelkader	Professeur	Université Mustapha Stambouli – Mascara

Année Universitaire : 2021-2022

Dédicaces

Je remercie mes très chères parents (ELarbi, djemaa), qui ont toujours été là pour moi, «vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier »

Mes remerciements vont aussi à mes chères frères et sœurs : Mohamed, Khaled, Khadra, Bakhta, Salma, Messaouda, Touns ; pour leurs soutient, leur compréhension, leurs encouragements et leurs conseils.

A toute la famille : Houacine

Mes remerciements les plus chaleureux vont à tous mes camarades à l'Université, de la cité universitaire pour leurs encouragements et pour l'ambiance agréable tous au long de ces années.

Houacine Elhoucine

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier **Allah** tout puissant, de m'avoir accordé la santé, guidée vers le bon chemin et de m'avoir permis d'accomplir ce mémoire.

Je tiens à exprimer mes gratitudes à Monsieur **ELOUISSI Mouffok**, le directeur de thèse, qui a bien dirigé ce travail. Ses qualités scientifiques et humaines, sa disponibilité, et ses directives avisées m'ont permis de mener à terme cette recherche. Je le remercie encore une fois pour ses conseils judicieux, sa patience, sa rigueur scientifique et surtout sa gentillesse et tout le soutien et l'aide qu'il a bien voulu nous apporter.

Mes sincères remerciements vont à Monsieur **HARIZIA Abdelkader**, le co-directeur de thèse ; il était mon précieux guide avec une patience jamais prise en défaut tout au long de la réalisation de ce travail ; il m'a consacré le temps nécessaire à l'aboutissement de mes travaux de thèse.

Je tiens à remercier **MILOUDI Ali** qui nous a fait l'honneur de présider le jury, je remercie également **RIGHI Kada**, **MOHAMMEDI Ahmed** et **BOUALEM Sid Ahmed** qui ont bien voulu examiner et juger ce travail.

Mes vifs remerciements sont adressés également à Monsieur **ELOUISSI A.** (Enseignant à l'Université de Mascara) qui a contribué à ma compréhension des problèmes liés aux analyses des données ; sans oublier **M. SAHRAOUI L.**, qui m'a confirmé (voire identifier) les espèces récoltées.

Je voudrais aussi exprimer ma profonde gratitude au responsable de la ferme agricole, **HANACHE ELHAJ**, qui m'a bien accueilli et m'a autorisé de réaliser cette étude au sein de son exploitation.

Je remercie très spécialement Hicham, Djebari et Ali qui ont toujours été là pour moi, pour leur soutien inconditionnel et leur encouragement.

Enfin, je tiens à adresser un grand merci à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours encouragé au cours de la réalisation de cette thèse.

Merci à tous et à toutes.

Table des matières

Résumé	i
ملخص	ii
Abstract	iii
Liste des abréviations	iv
Index des tableaux	v
Index des figures	vii
Introduction générale	1

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Généralités sur l'hôte végétal : L'Olivier

1. Historique et origine de l'olivier	4
2. Répartition géographique de l'olivier	4
2.1. Dans le monde	4
2.2. En Algérie	5
3. Systématique et aspect botanique	6
4. Caractères morphologiques	7
4.1. Aspect général de l'arbre	7
4.2. Système racinaire	8
4.3 Le tronc	8
4.4. Les branches	8
4.5. Les feuilles	8
4.6. Les fleurs	8
4.7. Le fruit	9
5. Phénologie de l'olivier	9
5.1. Repos hivernal	10
5.2. La phase d'activité	10
5.2.1. La croissance végétative	10
5.2.2. La floraison	10
5.2.3. La fructification	10
6. Phénomène de l'alternance de la production chez l'olivier	11
7. Périodes de développement de l'olivier	12
7.1. Période de jeunesse	12
7.2. Période d'entrée en production	12
7.3. Période adulte	12
7.4. Période de sénescence	13
8. Culture de l'olivier	13
8.1. Exigences agro-climatiques	13
8.1.1. Exigences édaphiques	13

8.1.2. Exigences en altitude	14
8.1.3. Exigences climatiques	14
8.2. Les pratiques culturales	15
8.2.1. Les travaux du sol	15
8.2.2. L'enherbement permanent	16
8.2.3. Installation des brises vents	16
8.2.4. L'irrigation	16
8.2.5. Fertilisation	17
8.2.6 La Taille	18
8.2.6.1. Période de la taille	19
8.2.6.2. Les différents types de taille	19
9. Importance économique de l'olivier	20
9.1. Dans le monde	20
9.2. En Algérie	22
9.3. Dans la wilaya de Mascara	23
10. Description des principales variétés cultivées en Algérie	26
11. Les principaux bioagresseurs de l'olivier	26
11.1. Les principales maladies	26
11. Les principaux entomfaunes de l'olivier	27

Chapitre 2 : Principaux entomfaunes de l'olivier

1. La mouche de l'olivier <i>Bactrocera oleae</i>	28
1.1. Description	29
1.2. Biologie et Cycle de vie	30
1.3. Dégâts	31
1.4. Moyens de lutte	31
2. La teigne de l'olivier <i>Prays oleae</i>	32
2.1. Description	32
2.2. Biologie et Cycle de vie	33
2.3. Dégâts	36
2.4. Moyens de lutte	37
3. La Cochenille violette <i>Parlatoria oleae</i>	38
3.1. Description	38
3.2. Biologie et Cycle de vie	38
3.3. Dégâts	39
3.4. Moyens de lutte	39
4. Le psylle d'olivier <i>Euphyllura olivina</i>	40
4.1. Description	40
4.2. Biologie et Cycle de vie	41
4.3. Dégâts	42
4.4. Moyens de lutte	43

5. Le Thrips d'olivier. <i>Liothrips</i>	43
5.1. Description	43
5.2. Biologie et Cycle de vie	44
5.3. Dégâts	45
5.4. Moyens de lutte	45

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de la région d'étude	47
1.1. Situation géographique	47
1.2. Facteurs biotiques	48
1.2.1. Diversité botanique de la région d'étude	48
1.2.2. Diversité faunistique	48
1.3. Facteurs climatiques	49
1.3.1. Les températures	49
1.3.2. Les précipitations	50
1.3.3. L'humidité relative (HR)	51
1.3.4. Les vents	52
1.3.5. Les gelées	53
1.3.6. Synthèse climatique	53
2. Présentation de la station d'étude	56
2.1. Critères de choix du verger d'étude	56
2.2. Description du verger d'étude	56
2.3. Caractéristiques pédologiques de la station d'étude	57
3. Dispositif expérimental	58
4. Matériel expérimental utilisé	60
4.1. Sur terrain	60
4.2. Au laboratoire	60
5. Méthodologie adoptée	60
5.1. Méthode d'échantillonnage de la diversité biologique	60
5.1.1. Enquête	60
5.1.2. Méthodes utilisées sur le terrain	61
5.1.2.1. Echantillonnage des rameaux	61
5.1.2.2. Technique du battage	61
5.1.2.3. Plaques jaunes	62
5.1.2.4. Pièges à phéromones et alimentaire	62
5.1.3. Au laboratoire	63
5.2. Méthode de suivi des paramètres végétatifs et productifs de l'olivier	63
5.2.1. Les paramètres végétatifs de l'olivier	63
5.2.1.1. Le volume de la frondaison de l'arbre et le poids des résidus de la taille	63
5.2.1.2. La longueur des pousses	63

5.3.1.3. Floraison et Nouaison	64
5.2.2. Les paramètres productifs de l'olivier	64
5.2.3. L'analyse de la qualité de l'huile d'olive	64
6. Analyses statistiques	67
6.1. La diversité biologique	67
6.2. L'impact de la taille sur l'entomofaune de l'olivier	68
6.3. L'impact de la taille et fertilisation sur les paramètres végétatifs et productifs de l'olivier	68

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre 1 : Etude de la diversité entomologique de l'olivier

I. Résultats

1. Inventaire taxonomique	69
2. Exploitation des résultats par les indices écologiques	74
2.1. Qualité de l'échantillonnage	74
2.2. Variation temporelle globale de l'abondance en nombre d'individus des ordres d'insectes recensés	75
2.3. Variation de l'abondance en nombre d'individus et de la fréquence d'occurrence des familles d'insectes par année	76
2.4. Indices écologiques de structure	78
2.4.1. Indices écologiques globaux	78
2.4.2. Indices écologiques par année	79
2.5. Evolution temporelle de l'entomofaune récoltée dans le verger d'étude par mois dans les deux ans	79
2.6. Organisation et statut trophique de l'entomofaune inventoriée	80
2.6.1. Les prédateurs	82
2.6.2. Les Parasites	83
3. Etude des principaux bioagresseurs de l'olivier	84
3.1. Liste des espèces ravageuses de l'olivier dans la région de Mascara	84
3.2. Taux d'infestation du verger	85
3.2.1. Par le psylle d'olivier <i>Euphyllura olivina</i>	85
3.2.2. Par la mouche d'olive <i>Bactrocera oleae</i>	86
3.2.3. Par la cochenille violette de l'olivier <i>Parlatoria oleae</i>	87
3.2.4. Par le thrips de l'olivier : <i>Liothrips oleae</i>	87
3.2.5. Par l'Otiorhynque de l'olivier : <i>Otiorhynchus cribricollis</i>	87
3.3. Bio-écologie et dynamique des populations des principaux bioagresseurs de l'olivier	88
3.3.1. Bio-écologie d' <i>E. olivina</i>	88
3.3.3.1. Évolution de la densité des stades larvaires	88
3.3.3.2. Fluctuations des populations adultes du psylle de l'olivier	89
3.3.2. Dynamique des populations de <i>B. oleae</i>	91
3.3.3. Bio-écologie de <i>Parlatoria oleae</i>	93

3.3.4. Bio-écologie du thrips de l'olivier	94
3.3.5. Bio-écologie d' <i>Aleurolobus olivinus</i>	95
4. Évolution temporelle des prédateurs et des ravageurs	96
4.1. Relation psylle-ennemis naturels	96
4.2. Relation mouches-ennemis naturels	98
4.3. Relation cochenille violette -ennemis naturels	99
4.4. Relation thrips d'olivier -ennemis naturels	101
4.5. Relation entre les autres ravageurs et leurs ennemis naturels	102
5. Relations entre le climat et les espèces	104
II. Discussion générale	
1. Diversité entomologique associée à l'olivier	106
2. Variation de l'abondance en nombre d'individus et de la fréquence d'occurrence des familles d'insectes par année	107
3. Les indices écologiques	108
4. Statuts trophiques des insectes recensés	108
5. Principaux ravageurs de l'olivier et leurs ennemis naturels	109
6. Bio-écologie des principaux déprédateurs d'olivier	111
7. Relations entre les principaux ravageurs / ennemis naturels	114

Chapitre 2 : L'impact de la taille sur l'entomofaune de l'olivier

1. Introduction	118
2. Effet de l'intensité de la taille sur le taux d'infestation par les ravageurs	119
3. Effet de l'intensité de la taille sur les groupes fonctionnels des arthropodes	120
4. Effet de l'intensité de la taille sur les indices écologiques	121
5. Discussion	122
6. Conclusion	123

Chapitre 3 : L'impact de la taille et la fertilisation sur les paramètres végétatifs et productifs de l'olivier

1. Résultats de l'effet de l'intensité de la taille et la dose d'azote sur la croissance végétative	124
1.1. Le volume de frondaison	124
1.2. La longueur des pousses	125
1.2.1. La pousse de l'année	125
1.2.2. La pousse de l'année précédente	126
1.3. La floraison	128
1.4. La nouaison	129
1.5. L'analyse foliaire de l'azote	130
2. Résultats de l'effet de l'intensité de la taille et la dose d'azote sur les paramètres productifs	130
2.1. Longueur du fruit	130
2.2. Largeur du fruit	132

2.3. Épaisseur de la chair d'olive	133
2.4. Poids moyenne de 100 olives	134
2.5. Rendement	134
3. Résultats de l'effet des paramètres taille et azote sur la qualité de l'huile d'olive	137
3.1. pH	137
3.2. Teneur en acidité libre	138
3.3. L'indice de peroxyde	139
3.4. L'extinction spécifique	140
4. Discussion	141
Conclusion générale	147
Références bibliographiques	150
Annexes	166

Résumé

L'olivier est l'une des cultures les plus importantes de la région méditerranéenne exposées à une gamme d'insectes nuisibles, ce qui entraîne une détérioration de l'arbre et sa production. Le but de cette étude consiste à étudier d'une part, la diversité de l'entomofaune de l'olivier dans la région de Mascara ainsi l'interaction entre les ravageurs de l'olivier et leurs ennemis naturels, et d'autre part, comprendre les effets des pratiques agricoles comme la taille sur l'abondance des ravageurs et des ennemis naturels, et leur taux d'infestation. Et l'impact de la taille et la fertilisation sur les paramètres morphologique, le rendement et la qualité d'huile d'olive. Pour la mise en place d'éventuels programmes de lutte et de prévention contre les principaux ravageurs de l'olivier et d'assurer la stabilité agro-écologique de nos oliveraies.

a L'aide de plusieurs techniques d'échantillonnage, nous indiquons la présence de sept ravageurs et des plusieurs ennemis naturels. Les insectes phytophages ravageurs de l'olivier ; *Bactrocera oleae*, *Euphyllura olivina*, *Liothrips olea*, *Parlatoria oleae*, *Aleurolobus olivinus*, *Otiorhyncus cribricolis* et *Prays oleae*. Des corrélations positives significatives ont été acquises entre la présence des prédateurs *Chrysoperla carnea*, *Anthocoris nemoralis*, *Scymnus marinus*, *Scymnus subvillosus* et *Nesidiocoris tenuis* avec les ravageurs de l'olivier. L'activité des parasitoïdes Hyménoptère tels que *Ephedrus plagiator*, *Bracon sp*, *Encyrtidae sp*, *Psyllaephagus blastopsylla* et *Chelonus elaeaphilus* est nécessaire pour les populations de *B. oleae*, *E. Olivina* et *Prays oleae*.

Les résultats montrent un effet significatif de l'intensité de la taille sur les arthropodes de la canopée de l'olivier tels que les phytophages, les acariens et réduisent les infestations de ravageurs, d'autre part, L'analyse de la variance montre un effet significatif de l'azote et l'intensité de taille sur les rendements moyens des arbres et non significatif sur les propriétés physico-chimiques des huiles d'olive.

Mot clés : olivier, pratiques agricoles, ravageurs, ennemies naturel, interaction,

ملخص

تعتبر شجرة الزيتون من أهم المحاصيل في منطقة البحر الأبيض المتوسط تتعرض لمجموعة من الآفات الحشرية التي تؤدي إلى تدهور الشجرة وإنتاجها. الهدف من هذه الدراسة هو دراسة تنوع حشرات شجرة الزيتون في منطقة معسكر والتفاعل بين آفات شجرة الزيتون وأعدائها الطبيعيين ومن ناحية أخرى فهم آثار الممارسات الزراعية مثل التقليم على وفرة الآفات والأعداء الطبيعية ومعدل الإصابة بها. وكذلك تأثير التقليم والتسميد على المعلمات المورفولوجية، المحصول و جودة الزيت الزيتون. لتنفيذ برامج مكافحة والوقاية الممكنة ضد الآفات الرئيسية لشجرة الزيتون ولضمان الاستقرار الزراعي البيئي لبساتين الزيتون لدينا.

باستخدام العديد من تقنيات أخذ العينات، نشير إلى وجود سبع آفات والعديد من الأعداء الطبيعية. نذكر من الآفات الحشرية: *Bactrocera oleae* و *Euphyllura olivina* و *Liothrips olea* و *Parlatoria oleae* و *Aleurolobus olivinus* و *Otiorhyncus cribricolis* و *Prays oleae*. تم الحصول على ارتباطات إيجابية معنوية بين وجود المفترسات *Chrysoperla carnea* و *Anthocoris nemoralis* و *Scymnus marinus* و *Scymnus* و *subvillosus* و *Nesidiocoris tenuis* مع آفات الزيتون. يعتبر نشاط طفيليات غشائيات الأجنحة مثل *Ephedrus plagiator* و *Bracon sp* و *Encyrtidae sp* و *Psyllaephagus blastopsylla* و *Chelonus elaeaphilus* ضروريًا لمجموعات *B. oleae* و *E. olivina* و *Prays oleae*.

أظهرت النتائج كذلك تأثيرًا معنويًا لشدة التقليم على مفصليات شجرة الزيتون مثل العث ومفترسات وتقليل من الإصابة، من ناحية أخرى، أظهر تحليل التباين تأثيرًا معنويًا للنيتروجين وشدة التقليم على متوسط غلة الأشجار وليس معنويًا على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لزيوت الزيتون.

الكلمات المفتاحية: شجرة الزيتون، الممارسات الزراعية، الآفات، الأعداء الطبيعية، التفاعل

Abstract

The olive tree is one of the most important crops in the Mediterranean region exposed to a range of insect pests, which lead to deterioration of the tree and its production. The aim of this study is to study on the one hand, the diversity of the entomofauna of the olive tree in the region of mascara as well as the interaction between the pests of the olive tree and their natural enemies, and on the other hand, understand the effects of agricultural practices such as pruning on the abundance of pests and natural enemies, and their rate of infestation. And the impact of pruning and fertilization on morphological parameters, yield and quality of olive oil. For the implementation of possible control and prevention programs against the main pests of the olive tree and to ensure the agro-ecological stability of our olive groves.

Using several sampling techniques, we indicate the presence of seven pests and several natural enemies. Phytophagous insect pests of the olive tree; *Bactrocera oleae*, *Euphyllura olivina*, *Liothrips olea*, *Parlatoria oleae*, *Aleurolobus olivinus*, *Otiorynchus cribricollis* and *Prays oleae*. Significant positive correlations were acquired between the presence of the predators *Chrysoperla carnea*, *Anthocoris nemoralis*, *Scymnus marinus*, *Scymnus subvillosus* and *Nesidiocoris tenuis* with olive pests. The activity of Hymenoptera parasitoids such as *Ephedrus plagiator*, *Bracon* sp, *Encyrtidae* sp, *Psyllaephagus blastopsylla* and *Chelonus elaeaphilus* is necessary for populations of *B. oleae*, *E. olivina* and *Prays oleae*.

The results show a significant effect of pruning intensity on olive tree canopy arthropods such as phytophagous, mites and reduce pest infestations, on the other hand, Analysis of variance shows a significant effect of nitrogen and pruning intensity on average tree yields and not significant on the physico-chemical properties of olive oils.

Keywords: olive tree, agricultural practices, pests, natural enemies, interaction.

liste des abréviations

ACP : l'analyse des composantes principales

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

AFIDOL : Association française interprofessionnelle de l'olive

AFNOR : Association française de normalisation

ANOVA : Analyse de la Variance

CEE : Communauté économique européenne

COI : Conseil Oléicole International

DDL : Degré de liberté

DRC : Direction Régionale du Commerce

DSA : Direction des Services Agricoles

FAOSTAT : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

IA : l'indice d'acidité

I.N. P. V : Institut National de Protection des Végétaux

ISO : Organisation internationale de normalisation

IP : l'indice de peroxyde

LGEDE : Laboratoire de de Géo-environnement et développement des espaces

LRSBG : Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique

LSD : Least Significant Difference

LP : Longueurs de pousses

MC : Moyenne des carrés

MO : Matière organique

N : Azote

Rdt : Rendement

SC : La somme des carrés

SE : Standard Error (Erreur standard)

T° : Température

P : Probabilité

Index des tableaux

Tableau 1 : Cycle végétatif de l'olivier	11
Tableau 2 : Effets du déficit hydrique sur les processus de croissance et de production de l'olivier	17
Tableau 3 : Besoins et époque d'utilisation des éléments fertilisants	18
Tableau 4 : Evolution de l'oléiculture dans la wilaya de Mascara	24
Tableau 5 : Répartition des surfaces et la production d'olives lors de campagne (2000-2020) dans la région de Mascara	25
Tableau 6 : Température maximale, minimale et moyenne en °C pendant (2009-2021) à la station d'Oued Taghia	50
Tableau 7 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (2009-2021)	51
Tableau 8 : Humidités relatives mensuelles moyennes (%) au niveau de la région d'Oued Taghia (Période 2009-2021)	52
Tableau 9 : Valeurs de la vitesse moyenne des vents exprimées en kilomètres par heures dans la région d'étude (Période : 2009-2021).	52
Tableau 10 : Nombre de jours de la gelée par mois (période 2009/2021)	53
Tableau 11 : Quotient pluviothermique d'Emberger calculé pour la région d'étude et l'étage bioclimatique correspondant	55
Tableau 12 : Analyse physico-chimique du sol de la station d'étude d'Oued Taghia	58
Tableau 13 : Protocole expérimental	59
Tableau 14 : Inventaire de l'entomofaune dans les oliviers de la région de Mascara	69
Tableau 15 : Qualité de l'échantillonnage des espèces capturées	75
Tableau 16 : Fréquences d'abondance des ordres d'insectes recensés	75
Tableau 17 : ANOVA à un facteur d'abondance des familles en fonction du temps (par année)	76
Tableau 18 : Fréquences d'abondances (FA %) et d'occurrence (OC%) des différents familles recensées dans la station d'étude	77
Tableau 19 : Richesse totale (S), indice de Shannon (H'), Diversité maximale (H'max) et équitabilité (E) des peuplements recensés dans la région	78
Tableau 20 : Richesse totale (S), indice de Shannon (H'), Diversité maximale (H'max) et équitabilité (E) des d'arthropodes recensés par année	79
Tableau 21 : Richesse spécifique (S), nombre d'individus (N) et fréquence relative (RF en %) pour les différents statuts trophiques des insectes capturés dans les oliveraies.	81
Tableau 22 : Les espèces prédatrices et leurs régimes trophiques	82
Tableau 23 : Les espèces parasites et leurs régimes trophiques	83
Tableau 24 : Matrice de corrélation entre les prédateurs et le ravageur psylle	98
Tableau 25 : Matrice de corrélation entre les prédateurs et <i>P. oleae</i>	101
Tableau 26 : Matrice de corrélation entre les prédateurs et <i>Liothrips oleae</i>	101
Tableau 27 : Le taux d'infestation des ravageurs capturés dans les oliveraies de différents types de taille	120
Tableau 28 : Richesse spécifique (S), nombre d'individus (N) et fréquence relative (FR en %) pour les groupes d'insectes fonctionnels alimentaires capturés dans les oliveraies de différents types de taille	121

Tableau 29 : La richesse spécifique totale (S), l'indice de diversité de Shannon (H'), la diversité maximale (Hmax) et l'indice d'équitabilité (E) dans les oliveraies de différents types de taille.	122
Tableau 30 : Signification statistique de l'analyse de la variance de la longueur des pousses l'année précédente (* : significatif au seuil de 5 %)	126
Tableau 31 : Analyse de la variance de nombre de grappes, de fleurs et taux floraison	128
Tableau 32 : Analyse de la variance de taux de nouaison	129
Tableau 33 : Probabilités pour les Tests Post Hoc (LSD Fisher) Erreur : MC Inter = 0,00824, dl = 9,0000	130
Tableau 34 : Analyse de la variance de l'effet de la taille et de la dose d'azote sur la longueur du fruit	131
Tableau 35 : Analyse de la variance relative à l'effet des facteurs intensité de la taille et dose d'azote sur la largeur des olives	132
Tableau 36 : Les groupes homogènes ($p < 0,05$)	132
Tableau 37 : Analyse de la variance de l'effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur l'épaisseur de chair des olives	133
Tableau 38 : Analyse de la variance de l'effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le poids moyen de 100 olives	134
Tableau 39 : Analyse de la variance pour le rendement	135
Tableau 40 : Les groupes homogènes d'après le test de LSD (Fisher)	135
Tableau 41 : Résultats de la régression polynomiale, avec taille agriculteur	136
Tableau 42 : Résultats de la régression polynomiale, sans taille agriculteur	137

Index des figures

Figure 1 : Répartition géographique de l'olivier dans le monde (Pagnol, 1996)	5
Figure 2 : Carte oléicole de l'Algérie (ITAF, 2009)	6
Figure 3 : Distribution naturelle du complexe <i>Olea europea</i> dans le monde (Rubio de Casas et al., 2006)	7
Figure 4 : Coupe longitudinale d'un noyau d'olive (graine et endocarpe) (Krugman, 1974 in Fabbri et al., 2004)	9
Figure 5 : Evolution de la superficie plantée et la production d'oliviers dans le monde (FAOSTAT, 2020)	20
Figure 6 : Répartition de la production en olive par région pour la période 1994/2019 (Faostat, 2020)	21
Figure 7 : Principaux pays producteurs pour la période (1994-2019) (FAOSTAT, 2020)	21
Figure 8 : Evolution de la superficie en Algérie 2000-2019 (Faostat, 2021)	22
Figure 9 : Evolution de l'oléiculture dans la wilaya de Mascara (DSA, 2021)	24
Figure 10 : Evolution de la superficie et la production dans la wilaya de Mascara (DSA, 2021)	25
Figure 11 : Symptômes des principales maladies de l'olivier	27
Figure 12 : L'ovipositeur et les adultes : mâle et femelle (Originale)	29
Figure 13 : Cycle de développement de la <i>B. oleae</i> (Afidol, 2013)	31
Figure 14 : Génération phyllophage de la teigne de l'olivier (agrochem.es ; agroes.es, 2019 in Quadrado, 2020)	35
Figure 15 : Génération anthophage de la teigne de l'olivier (juntadeandalucia.es, 2019 in Quadrado, 2020).	35
Figure 16 : Génération carpophage de la teigne de l'olivier (juntadeandalucia.es, 2019 in Quadrado, 2020)	36
Figure 17 : Caractères d'identification d' <i>E. olivina</i> (A : tête, B et C antennes, D : aile, E : génitalia femelle, F : génitalia male) (photos originaux)	40
Figure 18 : ponte du psylle sur la corolle et les cinq stades larvaires <i>E. olivina</i> (Laoudi, 2014)	41
Figure 19 : Cycle de développement du psylle d'olivier (Laget et al., 2015)	42
Figure 20 : Cycle biologique de la famille des Thripidae (S.O des Térébrants) (Hoddle, 1999)	44
Figure 21 : Dégâts de piqûres de <i>L. oleae</i> sur feuilles, drupes et pousses	45
Figure 22 : Situation géographique de la wilaya de Mascara	47
Figure 23 : Courbes des différentes températures (2009-2021)	50
Figure 24 : Histogramme représente la pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'Oued Taghia (Période : 2009-2021).	51
Figure 25 : L'humidité relative moyenne de la région d'Oued Taghia	52
Figure 26 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'Oued Taghia (période 2009-2021)	54
Figure 27 : Position de région d'étude sur le Climagramme d'Emberger	55
Figure 28 : Emplacement de l'olivieraie d'Oued Taria (Google Map, 2020)	57

Figure 29 : Dispositif expérimental et distribution des traitements	59
Figure 30 : Pièges utilisés	62
Figure 31 : Mesure de la longueur des pousses	64
Figure 32 : Pourcentage des différents ordres recensés dans le verger d'étude	73
Figure 33 : Evolution temporelle des d'arthropodes recensés dans l'oliveraie	80
Figure 34 : Effectifs des ravageurs de l'olivier dans la région	85
Figure 35 : Taux d'infestation par le psylle de l'olivier/par direction	86
Figure 36 : Taux d'infestation la mouche d'olive en fonction de la direction cardinale	86
Figure 37 : Taux d'infestation par la <i>Parlatoria oleae</i> en fonction de l'orientation	87
Figure 38 : Densité des larves du psylle de l'olivier (L1, L2, L3, L4, L5)	88
Figure 39 : Evolution des adultes d' <i>E. olivina</i> en 2019	90
Figure 40 : Evolution des adultes d' <i>E. olivina</i> en 2021	90
Figure 41 : Cercle de corrélation entre température et différents stades du psylle de l'olivier	91
Figure 42 : Fluctuation des effectifs de la population totale de <i>Bactrocera oleae</i>	92
Figure 43 : Fluctuation des effectifs de la population totale de <i>Bactrocera oleae</i> en 2021	92
Figure 44 : Analyse en composante principale (ACP) de l'évolution temporelle de la mouche par rapport les deux paramètres (température, l'humidité)	93
Figure 45 : Evolution des effectifs de <i>P. oleae</i> au cours de l'année 2021	94
Figure 46 : Evolution des effectifs de <i>Liothrips oleae</i> au cours de l'année 2021 et 2019	95
Figure 47 : Evolution des effectifs de <i>Frankiniella occidentalis</i> au cours de l'année 2021	95
Figure 48 : Evolution des effectifs d' <i>Aleurolobus olivinus</i> au cours de l'année 2021	96
Figure 49 : Evolution temporelle des prédateurs avec les ravageurs	97
Figure 50 : Evolution temporelle des prédateurs avec la mouche d'olive	99
Figure 51 : Evolution temporelle <i>Scymnus</i> avec <i>P. oleae</i> en 2019	100
Figure 52 : Evolution temporelle <i>Scymnus</i> avec <i>P. oleae</i> en 2021	100
Figure 53 : Evolution temporelle des pucerons avec des prédateurs et des parasitoïdes Aphidiphages en 2021.	103
Figure 54 : Projection des variables (ravageurs-prédateurs) sur le plan factoriel en ACP	103
Figure 55 : Projection des groupes prédateurs et ravageurs dans l'A.C.P	104
Figure 56 : Relation entre les groupes d'espèces et le climat par l'Analyse Factorielle Multiple (AMF).	105
Figure 57 : Volume de frondaison avant et après la taille	124
Figure 58 : Effet de l'intensité de la taille et de l'orientation de l'arbre sur la longueur de pousse (c m) de l'année selon l'intensité de taille..	125

Figure 59 : Effet de la dose d'azote et de l'orientation de l'arbre sur la longueur de pousse (c m) de l'année selon l'intensité de taille	126
Figure 60 : Effet de la dose d'azote sur la longueur de pousses de l'année de l'année	127
Figure 61 : Effet de la dose d'azote sur la longueur de pousses de l'année précédente	127
Figure 62 : Effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le taux de floraison	128
Figure 63 : Effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le taux de nouaison	129
Figure 64 : Effet de la taille et de la dose d'azote (a) sur la longueur de fruit (b)	131
Figure 65 : Effet de la dose d'azote (a) et de l'intensité de la taille (b) sur la largeur des olives	133
Figure 66 : Effet de la dose d'azote et de l'intensité de la taille sur l'épaisseur de la chaire des olives.	134
Figure 67 : Effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le pH des huiles d'olive ...	137
Figure 68 : Effet des paramètres taille et dose d'azote sur la variation de l'acidité libre des échantillons d'huiles d'olive étudiés	139
Figure 69 : Variabilité de l'indice de peroxyde des d'huiles d'olive étudiés en fonction de la taille et de la dose d'azote.	140
Figure 70 : Absorbance à 232 et 270nm des huiles d'olive, pour les différents traitements	141

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'olivier *Olea europea* L. est l'arbre caractéristique du bassin méditerranéen (Haggag et al., 2013 ; Fernández-Escobar et al., 2013). En Algérie, il s'étend du nord au sud et joue un rôle déterminant dans l'économie locale et dans l'équilibre des systèmes écologiques (Majdoub et al., 2014 ; Amar et al., 2019). La surface cultivée en Algérie est d'environ 0.43 M ha avec une production de 0.87 Mt (Faostat, 2020).

Tous les organes de l'arbre peuvent être attaqués par les bioagresseurs (feuilles, rameaux, fleurs et fruits) (Yahiaoui et al., 2017) dont les dégâts, sur le plan économique, requièrent souvent des interventions chimiques intensives pour sauvegarder et optimiser la production tant quantitative que qualitative (Michelakis, 1990 ; Hamiche, 2005).

Parmi les ravageurs les plus importants qui causent un lourd tribut aux agriculteurs en Algérie, il y a lieu de citer la mouche de l'olivier *Bactrocera oleae* Gmelin et Rossi, 1788 (*Diptera*, *Tephritidae*) et la teigne de l'olivier *Prays oleae* Bernard, 1788 (*Lepidoptera*, *Plutellidae*) (Morris et al., 2002; Wang et al., 2009 ; Villa et al., 2020 ; Nave et al., 2021). Les dégâts provoqués par la mouche peuvent réduire la production de 30 à 40%, soit 8 à 11 kg par arbre des cultivars modernes (Hegazi et al., 2009).

Les cochenilles occupent également une place importante, aussi bien dans leur aire de répartition originelle (bassin méditerranéen) (Alexandrakis, 1986 ; Daane et al., 2005), que dans les nouvelles régions d'implantation (Daane et al., 2005 ; Demirozer et al., 2009). D'autres espèces de cochenilles méritent d'être signalés, il s'agit en l'occurrence de *Parlatoria oleae* Colvée, 1880 (*Homoptera*, *Diaspididae*), *Saisseta oleae* Olivier, 1791 (*Homoptera*, *Coccidae*), *Aspidiotus nerii* Bouché, 1833 (*Homoptera*, *Diaspididae*), *Lepidosaphes flava* Signoret, 1870 (*Homoptera*, *Diaspididae*) et *Pollinia pollini* Costa, 1857 (*Homoptera*, *Asterolecanidae*) (Biche et Sellami, 2011 ; Chafaa et al., 2013).

Enfin, le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa, 1839 (*Homoptera*, *Psyllidae*) peut être considéré aussi parmi les ravageurs les plus communs qui causent des dégâts parfois très significatifs en s'attaquant aux jeunes pousses et aux grappes florales (Chermiti, 1989 ; Meftah et al., 2014).

D'autres ravageurs secondaires peuvent également contribuer à des pertes de récoltes, notamment l'aleurode noir *Aleurolobus olivinus* Silvestri, 1911 (Homoptera, Aleurodidae) (Morsi et al., 2010), *Otiorhynchus cribricollis* Gyllenhal, 1834 (Coleoptera: Curculionidae) (COI, 2007) et le *Liothrips oleae* Costa, 1857 (Thysanoptera: Phlaeothripidae) (Cirillo, 2018 ; Allan et Gillett-Kaufman, 2018).

L'utilisation d'insecticides contre ces ravageurs provoque souvent des problèmes sur la santé humaine (Paredes et al., 2019), la diminution des populations d'ennemis naturels (Chermiti, 1992 ; Ksantini et al., 2003) et la dégradation des écosystèmes naturels. Le moyen le plus évident de gérer les systèmes agricoles d'une manière plus résiliente et durable est d'éliminer ces intrants externes par le suivi des stratégies basées essentiellement sur la lutte biologique contre les ravageurs tels que prédateurs-proie (Alves et al., 2021).

La gestion intégrée des principaux ravageurs apparaît donc comme une solution écologique et économiquement prometteuse (El-husseini et al., 2018). De nombreux ennemis naturels peuvent être utilisés pour contrôler les principaux ravageurs de l'olivier. Les parasitoïdes appartenant aux familles des *Braconidae* et des *Encyrtidae* sont très actives contre *Bactrocera oleae* (Wang et al., 2021). D'autres familles de prédateurs comme les *Anthocoridae*, les arachnides, les *Formicidae*, les Mirides et les *Chrysopidae* peuvent également contrôler efficacement les populations de *P. oleae* (Morris et al., 1999 ; Duelli, 2001). Parmi ces *Chrysopidae*, *Chrysopa carnea* (Stephens, 1836) est active sur *S. oleae* et *E. Olivina* (Porcel et al., 2013 ; Porcel et al., 2017). D'autres espèces prédatrices généralistes (*Anthocoridae*, *Chrysopidae*, *Coccinellidae* et *Miridae*) et parasites (*Encyrtidae*, *Cynipidae*) exercent une action répressive sur *E. Olivina* (Ksantini, 2003 ; Gharbi et al., 2012 ; Gharbi, 2021).

Des études dans les oliveraies espagnoles et portugaises, ont montré l'interaction entre les ravageurs et leurs ennemis naturels. Morris et al., (1999) et Alves et al. (2021) ont démontré respectivement l'importance des araignées et *Chrysoperla carnea* dans le contrôle de la teigne de l'olivier. Par ailleurs, Gharbi (2021) a étudié l'efficacité des lâchers d'*Anthocoris nemoralis* (Hemiptera : *Anthocoridae*) dans le contrôle du psylle de l'olivier ; d'autre part, Santos et al. (2010) ont étudié la synchronisation saisonnière entre *S. oleae* et les *Coccinellidae*. ; Enfin, Morris et al. (2002) ont démontré l'effet de différentes espèces de fourmis sur la teigne de l'olivier.

D'autre part, l'Union européenne a développé des politiques pour réglementer la lutte antiparasitaire dans le cadre de pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement ; il a également suscité un intérêt généralisé pour la protection intégrée (Boller *et al.*, 2004) et la durabilité de l'agroécosystème (Altieri, 1999 ; Gkissakis *et al.*, 2018). Parmi les types de conduite : la taille ; elle s'applique à tous les pays oléicoles et est considérée comme essentielle pour la conduite de l'exploitation et l'amélioration productive pour une fructification précoce régulière et rentable (COI, 2007). D'autres objectifs de la taille sont de réduire l'infestation de ravageurs et de promouvoir la lutte antiparasitaire (Sibbett, 2005 ; Tombesi et Tombesi, 2007).

C'est dans ce contexte et pour ces raisons que nous apportons notre contribution ; d'une part, de comprendre l'interaction entre les ravageurs des oliveraies et leurs ennemis naturels ainsi que les facteurs influençant leur déclin de population ; et d'autre part, comprendre les effets des pratiques agricoles sur la communauté des arthropodes (ravageurs et espèces auxiliaires), en l'occurrence, l'effet de la taille sur l'abondance des ravageurs et des ennemis naturels et leur taux d'infestation par rapport à différents types d'intensité d'élagage. De plus, Une partie de notre travail vise également à étudier l'impact de la taille et la fertilisation sur le développement de l'olivier comme les paramètres morphologiques, le rendement et la qualité d'huile d'olive.

Le mémoire est structuré d'une manière classique comme suit :

- **Une synthèse bibliographique** comportant deux chapitres : le premier est consacré à la description de la plante hôte (l'olivier : *Olea europaea* L.) ; le deuxième est réservée à la description systématique des principaux bioagresseurs de l'olivier.
- La seconde partie est réservée à l'**approche expérimentale** scindée en deux parties :
 - **Matériels et Méthodes** : réservée aux matériels et différentes méthodologies adoptées ; précédé d'une présentation de la région et des stations d'étude avec ses caractéristiques.
 - **Résultats et discussions** : où sont regroupées les différentes expérimentations discutées de façon à pouvoir tirer les conclusions qui en découlent :
 - ✓ Une étude sur la diversité entomologique de l'olivier ;
 - ✓ L'impact de la taille sur l'entomofaune de l'olivier ;
 - ✓ L'impact de la taille et fertilisation sur les paramètres végétatifs et productifs de l'olivier.
- Enfin, une **conclusion générale**, les **références bibliographiques** et les **annexes** clôturent ce document.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

GENERALITES SUR L'HOTE VEGETAL

L'olivier : *Olea europea*

CHAPITRE 1 :

Généralités sur l'hôte végétal : L'Olivier

1. Historique et origine de l'olivier

L'olivier a une origine très ancienne dans la région méditerranéenne. Son apparition et sa culture remonterait à la préhistoire (Loussert et Brousse, 1978). L'analyse des caractères génétiques morphologiques ont révélé que la ségrégation de la population sauvage de l'olivier s'étend sur un axe Est-Ouest, ce qui reflète sa division biogéographique dans le bassin méditerranéen où les zones de l'est et de l'ouest sont séparées par une ligne joignant la mer adriatique et le désert de Libye (Blondel et *al.*, 1995 ; Besnard et *al.*, 2000). L'olivier (*Olea europaea* L), cultivé depuis l'Antiquité, possède de nombreuses variétés dont les plus anciennes sont issues de croisements naturels et successifs entre variétés ancestrales et/ou formes locales spontanées (Ouazzani et *al.*, 1995). L'histoire de l'olivier est plus compliquée qu'il ne semblait aux auteurs qui pensaient qu'il provenait du Croissant fertile, alors qu'il a des origines multiples dans plusieurs des populations d'oléastres du bassin méditerranéen (Breton et *al.*, 2006). L'olivier et l'oléastre sont considérés comme très proches botaniquement, jusqu'à récemment, les botanistes considéraient que l'olivier avait été domestiqué dans le Croissant Fertile (Rugini et *al.*, 2016).

Avec la découverte du Nouveau Monde (1492), les émigrés introduisent l'olivier dans leurs anciennes colonies des Amériques tel que l'Argentine, le Mexique, le Pérou, puis le Chili et la Californie. Et ce n'est qu'au XIXe siècle, au plus fort de la démographie et de la colonisation européennes, que l'oliveraie grandit rapidement en s'installant dans des régions éloignées de son lieu d'origine, comme l'Afrique du Sud, l'Australie, le Japon et la Chine (Loussert et Brousse, 1978).

2. Répartition géographique de l'olivier

2.1. Dans le monde

L'olivier est principalement réparti entre les latitudes 30° et 45° des hémisphères nord et sud, dans des zones au climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs (Breton et *al.*, 2012). Dans l'hémisphère sud, l'olivier se trouve sous des latitudes plus tropicales avec un climat modifié par l'altitude.

De la Grèce à l'Espagne en passant par l'Égypte, l'Italie, la Tunisie, le Maroc et la France, l'olivier va s'implanter durablement sur tout le pourtour méditerranéen pour voyager vers des pays plus "exotiques" comme la Californie, le Mexique, le Chili, l'Afrique du sud, l'Australie avec un pourcentage ne dépassant pas les 1/3 de l'oléiveraie mondiale (FAO, 2005). On compte actuellement plus d'un milliard d'oliviers cultivés à travers le monde pour produire aussi bien de l'huile d'olive que des olives de table, Près de 95% de ces oliviers sont situés dans le bassin méditerranéen essentiellement en Espagne, en Italie et en Grèce (Fig. 1) (Sahli, 2009).



Figure 1 : Carte représentant la répartition de l'olivier dans le monde (COI, 2013)

L'Afrique du Nord représente 14% des oliveraies mondiales. La culture de l'olivier en Afrique du Nord est largement dominée par l'oléiveraie tunisienne, avec 55 millions d'arbres et plus de 1,4 million d'hectares. Dans certains pays comme la Tunisie ou la Palestine, ils occupent une place majeure (Breton et *al.*, 2012).

2.2. En Algérie

L'oléiveraie algérienne se répartit sur trois zones importantes :

- La zone de l'ouest représentant cinq Wilayas (Tlemcen, Aïn Témouchent, Mascara, Sidi Belabbes, et Relizane). Cette zone représente 35% du verger oléicole national, plutôt consacré à la production d'olives de table (Sekour, 2012)
- la région centrale du pays représente la plus vaste superficie avec 41 % du verger oléicole national répartis entre Aïn Defla, Bouira, Tizi Ouzou, Bejaia, Boumerdes et Blida. La région de la Kabylie (Bouira, Tizi Ouzou, Bejaia) détient la 44% de la superficie oléicole nationale (Benouafa, 2014).
- La région Est représenté une superficie de 20 % du patrimoine national, répartis entre Jijel, Skikda, Mila et Guelma (Fig. 2) (Benouafa, 2014).

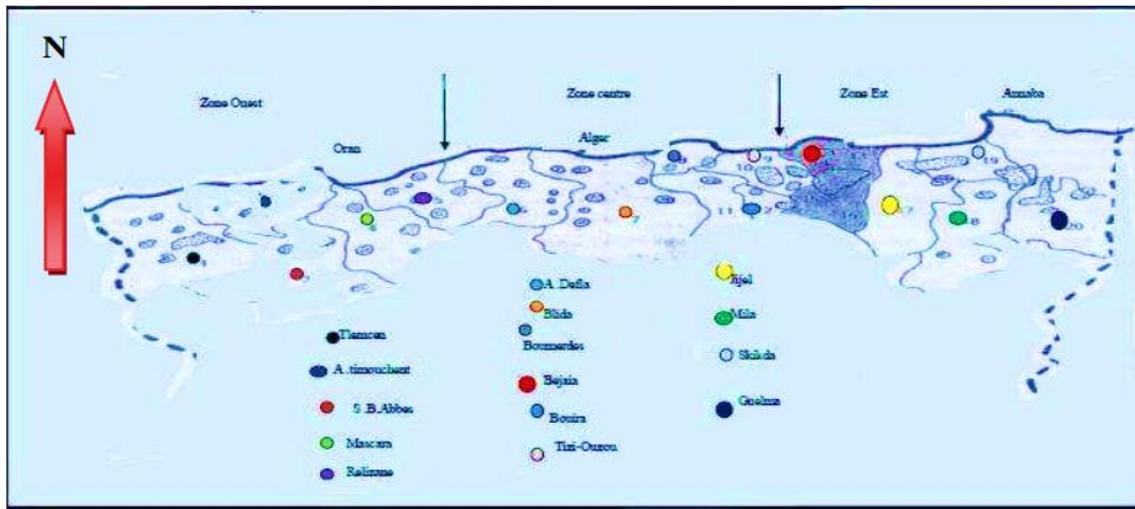


Figure 2 : Carte oléicole de l'Algérie (ITAF, 2009).

Actuellement, d'autres exploitations oléicoles commencent à apparaître dans de nouvelles régions tels que Chlef, Biskra, Tébessa, Djelfa, Saida, M'Sila, Tissemsilt, El-oued et Naâma. On estime la surface occupée par l'olivier à 420 000 ha de plantations (contre 1,6 million d'hectares pour la Tunisie). Par conséquent, l'augmentation annuelle en matière de superficie réservée aux oliviers est estimée autour de 16,4 %. Ce pourcentage est considéré comme très remarquable pour les spécialistes du domaine (Bouyoucef et Laoudj, 2016).

3. Systématique et aspect botanique

Selon Cordeiro et *al.* (2008), l'olivier appartient à la famille des Oléacées, genre *Olea*, qui comprend 35 espèces. Ces espèces ont toutes le même nombre de chromosomes ($2n = 46$), parmi lesquels on trouve *Olea europea* L. avec deux sous-espèces : Oléâtre (oléâtre) et Sativa (Olivier) (C.O.I., 1998). *Olea europea* L. est l'espèce la plus représentée et concentrée principalement dans le bassin méditerranéen (Loussert et Brousse, 1978 ; Breton et *al.*, 2012).

D'après Strikis et *al.* (2010), la classification de l'olivier (*Olea europea* L.), selon la systématique moléculaire, est la suivante :

- Règne : Plante
- Sous règne : Tracheobionate
- Division : Magnoliphytes
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : Oléacées
- Genre : *Olea*
- Espèce : *europea*

Selon la taxonomie d'*Olea europaea* L., l'espèce comprend un complexe de six (6) sous-espèces (Figure 3) supposées interfertiles. Ce complexe se différencie par ses caractères phénotypiques, génotypiques et sa répartition géographique (Terral et al., 2004). Les six sous-espèces sont :

- *Olea europaea* subsp. *Africana* (Afrique, Madagascar, Arabie)
- *Olea europaea* subsp. *Cerasiformis* (Canaries, Madère)
- *Olea europaea* subsp. *Cuspidata* (Afrique et Asie, de l'Iran jusqu'en Chine)
- *Olea europaea* subsp. *guanchica* (Canaries)
- *Olea europaea* subsp. *Laperrinei* (Algérie, Argentine, Niger, Soudan)
- *Olea europaea* subsp. *Maroccana* (Maroc)

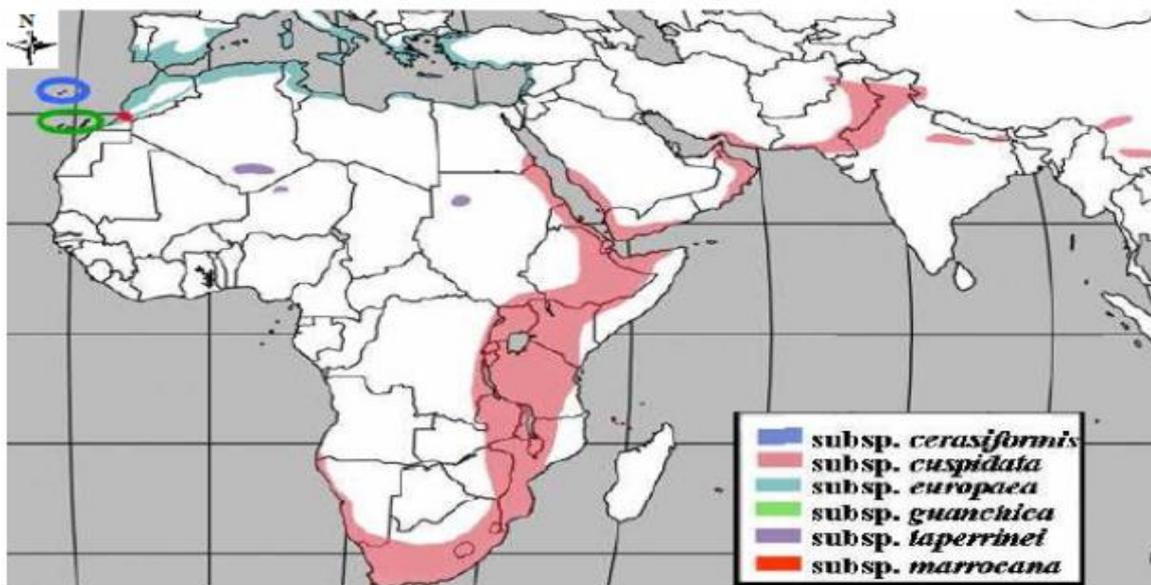


Figure 3 : Répartition naturelle du composé *Olea europaea* dans le monde (Rubio de Casas et al., 2006)

4. Caractères morphologiques

4.1. Aspect général de l'arbre

Il s'agit d'une espèce pérenne, à feuilles persistantes, caractérisée par une longue longévité (jusqu'à 2000 ans) et à pollinisation anémophile. La forme des feuilles est souvent elliptiques, les fleurs sont petites et regroupées en inflorescences et sont hermaphrodites. Comme beaucoup d'arbres forestiers, l'olivier est une espèce allogame. Son système d'auto-incompatibilité n'est pas encore précisé (Haouane, 2012).

L'olivier se distingue des autres arbres fruitiers par sa dureté et sa longévité, qui s'étend sur des siècles (Haggag et al., 2013), ce qui lui permet de se développer dans des conditions défavorables, tout en conservant ses caractéristiques morphologiques pendant des centaines d'années. Cette grande capacité d'adaptation et de persistance est due à son système racinaire, à l'anatomie particulière de ses feuilles et à son haut niveau de régénération morphologique (Lavee, 1990).

4.2. Système racinaire

La jeune plante développe une racine pivotante. Puis en grandissant, l'olivier développe un système racinaire essentiellement superficiel (jusqu'à 180 cm) à développement latéral. Les racines de l'olivier sont capables d'extraire de l'eau en exerçant une forte force de succion de l'ordre de - 25 bars au sol, alors que d'autres espèces fruitières exerçant généralement - 15 bars, lui permettent de prospérer là où d'autres dépériraient (Kacem, 2014).

4.3. Le tronc

Selon Loussert et Brousse (1978), le tronc des jeunes arbres est élancé, circulaire mais chez les arbres âgés est rugueux. La hauteur du tronc est plus ou moins développée et cela en fonction de la variété et la zone de culture. L'écorce et le bois sont caractérisés par leur couleur gris brunâtre et diffèrent entre arbres non irrigués et arbres irrigués.

4.4. Les branches

Les charpentières maîtresses ou branches mères prennent naissance sur le tronc. Elles donnent la forme de l'arbre et le développement de la frondaison. Les sous charpentières se développent sur les charpentières et c'est à partir de leurs nombreuses ramifications que la couronne de l'arbre se développera. Elles portent les rameaux feuillus et fructifères (Loussert et Brousse, 1978).

4.5. Les feuilles

Les feuilles sont opposées, persistantes et lancéolées, vertes cendrées sur le dessus et d'un blanc argenté soyeux sur la face inférieure (Haouane, 2012). En cas de sécheresse, les feuilles peuvent perdre jusqu'à 60% de leur eau, la photosynthèse se réduit considérablement, les stomates se ferment permettant aux échanges gazeux de réduire la perte d'eau par évaporation et permettant à l'arbre de survivre (Ghedira, 2008).

4.6. Les fleurs

Dès le début du mois de mai, les oliviers commencent à fleurir ; cependant, la floraison ne dure qu'environ une semaine. Ce sont des fleurs hermaphrodites. Les fleurs sont petites, blanches, odorantes, regroupées en grappes dressées à l'aisselle des feuilles (Orlandi et al., 2013 ; Kour et al., 2018). La plupart des oliviers sont auto-fertiles, c'est-à-dire que leur propre pollen peut féconder leurs propres ovaires. La fécondation se fait principalement par l'action du vent et la période de fertilité ne dure qu'une semaine par année ; 5 à 10 % des fleurs produiront des fruits pour une bonne production (Kacem, 2014 ; Fabbri et al., 2004).

4.7. Le fruit

Le fruit est une drupe, ce qui signifie qu'il est composé de deux parties principales : le péricarpe et la graine. Le péricarpe est constitué de la peau, lisse et avec des stomates, de la chair (mésocarpe), du tissu contenant de l'huile, et du noyau, une coquille lignifiée renfermant la graine. La vraie graine consiste en un tégument et un endosperme épais qui enveloppent tous deux un gros embryon fait de cotylédons plats avec une radicule courte et un plumule (Figure 4) (Fabbri et *al.*, 2004).

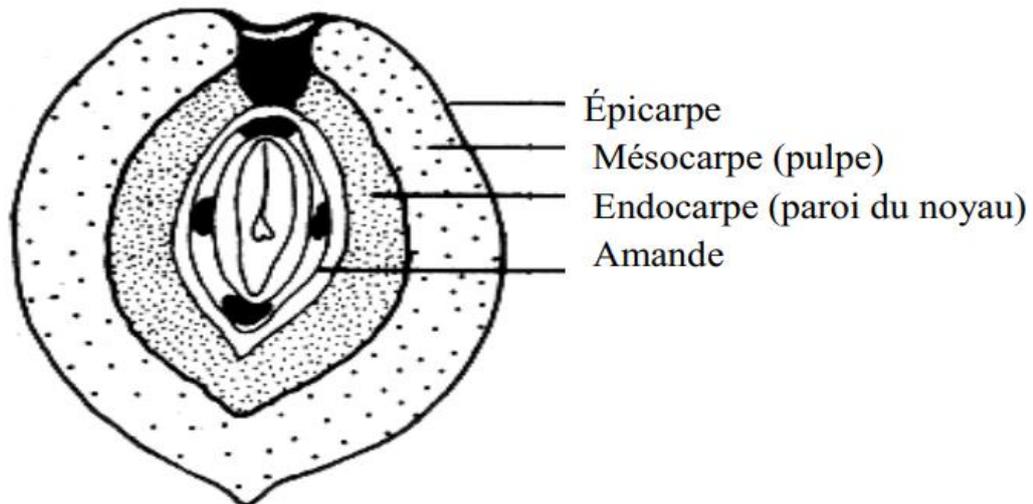


Figure 4 : Coupe longitudinale d'un noyau d'olive (graine et endocarpe)
(Krugman, 1974 in Fabbri et *al.*, 2004).

Les fruits des variétés d'olives cultivées mesurent 1 à 4 cm de long, 0,5 à 2 cm de diamètre et peuvent peser jusqu'à 10 g de poids frais, 2,5 g de poids sec. La forme du fruit varie de sphérique à ellipsoïdale ou allongée, bien qu'il y ait une tendance pour les cultivars avec des fruits plus petits à être destinés à la production d'huile et ceux avec des fruits plus gros pour une utilisation de table (Rugini et *al.*, 2016).

5. Phénologie de l'olivier

Le déroulement annuel du cycle végétatif de l'olivier est étroitement lié aux conditions climatiques de sa région d'adaptation, qui se caractérise principalement par un climat méditerranéen (ITAF, 2013). Au cours de son cycle annuel de développement, l'olivier passe par les stades suivants.

5.1. Repos hivernal

En général, il s'étend de la chute des feuilles en automne, à l'apparition des premiers signes d'activité au printemps (Benettayeb, 1993). De plus, Loussert et Brousse (1978) indiquent que ce repos hivernal s'étale généralement de novembre à fin février-début mars lorsque les températures de décembre descendent à -13°C et celle de janvier à -2°C .

Ceci est dû à la présence des feuilles persistantes chez l'olivier qui empêchent ce dernier d'entrer en phase de dormance

5.2. La phase d'activité

Cette phase comprend deux principaux processus : la croissance végétative, la floraison et la fructification

5.2.1. La croissance végétative

La croissance végétative commence chez l'olivier au début du printemps (Mars) en donnant des nouvelles pousses feuillées, nouvelles racines et le développement de ces organes (Benettayeb, 1993). Selon Rallo et Cuevas (2008), les cycles de croissance végétative et reproductive se produisent simultanément, c'est pourquoi tout au long de la saison se produit une série d'interactions compétitives entre les puits (pousses, fruits, racines et bourgeons) qui affecteront la fructification de l'arbre tout au long de son cycle productif.

5.2.2. La floraison

Elle désigne la maturité des organes sexuels suite au développement des ébauches florales et se traduit par l'épanouissement des fleurs (Benettayeb, 1993). D'après Rodrigues et *al.* (2018), la floraison s'effectue sur la pousse de l'année précédente et la pousse de deux ans qui n'a pas fleuri. En outre, Connor et Fereres, (2005) notent que la formation des fleurs passe par trois phases essentielles : l'induction suivie de l'évocation florale, l'initiation des primordiaux floraux, et enfin la différenciation et la croissance des ébauches florales. L'époque de sa réalisation varie en fonction de l'irrigation, de la taille et de type du cultivar. Elle peut aussi varier en fonction de la fructification de l'arbre. La faible initiation florale accentue l'alternance de production (Cuevas et *al.*, 1999).

5.2.3. La fructification

Fernandez-Escobar (1993) a défini la fructification par l'ensemble des processus physiologiques intervenant chez une plante, se traduisant par la formation de fruits.

Tableau 1 : Cycle végétatif de l'olivier (Sanz-Cortés et *al.*, 2002)

Phases végétatives	Début	Durée	Manifestations
Repos végétatif	Décembre-Février	1-3mois	Le bourgeon terminal et les yeux axillaires sont dormants
Réveil végétatif	Février-mars	20-25 jours	Se manifeste par l'émergence de nouvelles bourgeons terminales et la naissance de bourgeons axillaires.
Formation des grappes florales	Mars-avril	18-23 jours	Différenciation des bourgeons, donnant soit de jeunes pousses, soit des fleurs. inflorescences se développent et prennent une couleur verte blanchâtre à maturité.
Gonflement des boutons floraux	Avril	Quelques jours	Les boutons, pendant qu'ils s'allongent, grossissent. Ils sont portés par un pédicelle court. Les bractées situées à leur base s'écartent de la hampe florale.
Différenciation des corolles.	Avril	Quelques jours	La séparation du calice et de la corolle est visible, les pédicelles s'allongent, écartent les boutons floraux de l'axe de la grappe.
Début de la floraison	15 avril	10 jours	Les premières fleurs s'épanouissent après que leurs corolles soient passées du vert au blanc
Plein floraison	Mai -10juin	7 jours	La majorité des fleurs sont épanouies
Chute des pétales	Fin mai -juin	-	Les pétales brunissent, se séparent du calice. Ils peuvent subsister un certain temps au sein de la grappe florale.
Nouaison	Début juin	-	Les jeunes fruits apparaissent mais dépassent peu la cupule formée par le calice
Grossissement des fruits (1 ^{er} stade)	Juin –juillet	2-4 semaines	Les fruits subsistants grossissent pour atteindre la taille d'un grain de blé.
Grossissement des fruits (2 ^{ème} stade)	Juillet-août	3-5 semaines	Les fruits les plus développés atteignent 8 à 10 mm de long et début de lignification des noyaux
Maturation	Octobre-décembre	-	Récolte des variétés à olive de table de couleur vert au rouge violacé. Fruits avec coloration uniforme, violette à noire pour les variétés à huile

6. Phénomène de l'alternance de la production chez l'olivier

L'alternance est l'un des principaux facteurs limitant de la production d'olives. Cet attribut apparaît lorsque certains cultivars ont tendance à produire des rendements plus élevés pendant une année, suivie par une baisse des rendements de l'année suivante (Acila, 2018 ; Kour et *al.*, 2018).

D'après Rodrigues et *al.* (2018), l'alternance est un phénomène bien connu dans les oliveraies et est probablement dû au chevauchement de deux cycles de production consécutifs, soit car l'induction de la floraison est inhibée par la croissance fruits, ou par compétition pour les ressources entre la floraison et la croissance des fruits avec la croissance de nouvelles pousses, qui détermine la récolte de l'année suivante.

Par ailleurs, les pratiques culturales appliquées aux vergers, notamment la taille, la fertilisation et l'irrigation contribuent à réduire son intensité (Kour et *al.*, 2018).

Kour et *al.* (2018) résumant les principaux facteurs responsables de l'alternance dans l'olivier comme suit :

- ✓ **Facteur environnemental** : Les facteurs environnementaux pendant l'hiver jouent un rôle dans l'induction florale et l'initiation ultérieure. Les contraintes de température pourraient être le principal effet climatique qui pourrait affecter la floraison.
- ✓ **Stress édaphiques** : Les effets de la texture du sol, de la pénétration de l'eau, de l'aération et de la salinité affectent négativement les rendements et provoquent la chute des feuilles.
- ✓ **Stress hydrique** : Le stress hydrique à n'importe quel stade peut induire un déséquilibre entre le développement végétatif et la fructification, ce qui pourrait entraîner l'initiation d'un cycle alterné.
- ✓ **Charge de récolte** : La charge en fruits est l'un des principaux perturbant souvent l'équilibre entre les processus reproductifs et végétatifs.

7. Périodes de développement de l'olivier

D'après Loussert et Brousse (1978), la vie d'un arbre d'olivier comprend essentiellement quatre grandes périodes :

7.1. Période de jeunesse

C'est la période d'élevage et de croissance du jeune plant. Cela commence dans la pépinière et se termine dans le verger ; Pendant cette période, le système racinaire se développe, la frondaison et le jeune arbre est apte à fructifier (Acila, 2018).

7.2. Période d'entrée en production

Elle s'étend de l'apparition des premières productions fruitières jusqu'à l'aptitude de l'arbre à produire une production constante et considérable (Bensouna et Boursali, 2014).

7.3. Période adulte

C'est le période où l'olivier abouti sa taille de croissance normale ; sa croissance souterraine et aérienne est complète, et en pleine maturité et sa production sera très abondante (Loussert et Brousse, 1978).

7.4. Période de sénescence

Cette période est caractérisée par un ralentissement de renouvellement des jeunes ramifications et le rapport feuille/bois prend une allure descendante. Cette phase peut se trouver accélérée par des causes externes (attaques parasitaires, manque de soins, gel, longue sécheresse, etc ...) (ITAF, 2013). La durée de ces périodes précédentes varient avec les conditions culturales et les variétés. L'amélioration des techniques de production et du matériel végétal permettent de modifier la durée de chacune des périodes (Maillard, 1975).

8. Culture de l'olivier

L'olive est une espèce résistante à la sécheresse, à vie longue qui présente peu de réponse à la photopériode, et sa distribution est limitée en grande partie par les températures basses et élevées, et moins par l'eau du sol et d'autres facteurs (Gutierrez et al., 2009).

Le système oléicole semble être le seul capable d'assurer la durabilité des ressources naturelles par leur préservation par l'entretien du sol, les réductions des pertes pluviométriques et de leur exploitation (Fresco, 1996). De plus, l'oléiculture est le type de culture qui a maintenu la possibilité de production dans les sols méditerranéens arides et secs, avec des niveaux d'érosion très élevés (Loumou et Giourga, 2003).

8.1. Exigences agro-climatiques

Le accroissement d'un arbre est affecté par de nombreux facteurs internes et externes, en particulier le taux de production et l'expansion des nœuds et des feuilles, la croissance primaire et secondaire des pousses et allongement du système racinaire est affecté par la disponibilité de l'eau, la température, les pratiques horticoles, le potentiel variétal et le mode de conduite adopté (Masmoudi et al., 2015).

8.1.1. Exigences édaphiques

L'olivier s'adapte à tous les types de sols sauf les sols lourds, compactes, humides. Les sols calcaires jusqu'à pH 8.5 peuvent convenir ; par contre les sols acides pH 5.5 n'est pas recommandé (ITAF, 2013 ; COI, 1998). L'olivier peut développer et donner de bons rendements sur des terrains variés. Les oliveraies peuvent être productives dans des sols squelettiques et ainsi que dans des sols riches en sel et en bore (Alaoui, 2005).

La profondeur du sol nécessaire pour un bon développement du système racinaire de l'olivier varie de 1m à 1,5m selon le mode de conduite. Une bonne texture est caractérisée par un équilibre des différents éléments : sable, limon et argile. Selon Masmoudi et al. (2016), une structure convenable assurée :

- ✓ La création de voies préférentielles de circulation de l'eau ;
- ✓ Une bonne perméabilité de l'horizon de surface ;
- ✓ Une bonne infiltration des eaux pluviales vers les profondeurs du sol.

8.1.2. Exigences en altitude

La phénologie des plantes est considérablement affectée par les paramètres géographiques à savoir la latitude et l'altitude (Orlandi et *al.*, 2005). La culture de l'olivier est possible jusqu'à 1000 mètre dans le Tell Nord et 1200 mètres dans le Sud (MADR, 2016). Cependant, parfois les conditions climatiques extrêmes de ces altitudes font que la neige, par son poids, peut parfois provoquer la rupture des charpentières (Loussert et Brousse, 1978).

L'effet de l'altitude conduit à des périodes de floraison consécutives. Ainsi, les oliveraies à des altitudes de 200 à 700 m sont les premières à commencer à fleurir, tandis que les bosquets au-dessus de 700 m fleurissent 7 à 10 jours plus tard (Aguilera et Valenzuela, 2009).

8.1.3. Exigences climatiques

L'influence du climat sur la phénologie végétale représente un domaine de recherche en constante évolution. Ceci est de plus en plus étudié du point de vue du changement climatique, pour prendre en compte les mesures d'adaptation potentielles des espèces végétales (Giorgi et Lionello, 2008 in Orlandi et *al.*, 2013).

- ❖ **La température :** La résistance de l'olivier au froid varie selon son stade végétatif. En décembre et janvier, si le refroidissement est progressif, il peut supporter des températures de l'ordre de -8 °C. Au printemps (février, mars, avril), des mois à gelées comprises entre 0 °C et 1 °C peuvent provoquer la destruction des bourgeons et compromettre la floraison (Walali et *al.*, 2003). Selon Haggag et *al.* (2013), les oliviers ont besoin d'un refroidissement hivernal suffisant pour assurer la nouaison et d'une longue saison de croissance chaude pour mûrir les fruits, en particulier si des olives naturellement mûres sont nécessaires. Les zones convenable à la culture de l'olivier sont caractérisées par un climat avec des températures minimales non inférieures à - 6 ou - 7°C, seuil en dessous duquel les feuilles sont gravement affectées. Une température de - 3 ou - 4°C peut endommager les fruits à forte teneur en eau qui n'ont pas encore été récoltés, avec des conséquences négatives sur la qualité de l'huile (COI, 2007). D'autre part, Maillard, (1975) a mis en évidence que les températures positives cumulées indispensables au développement de l'olivier, de l'initiation végétative à la récolte des fruits, sont de l'ordre de 5300 heures.

- ❖ **La pluviométrie** : Les précipitations devraient être supérieures à 400 mm; jusqu'à 600 mm, les conditions sont suffisantes ; elles sont acceptables jusqu'à 800 mm et bonnes jusqu'à 1000 mm. La distribution doit permettre qu'il n'y ait pas de périodes de sécheresse supérieures à 30-45 jours ni d'inondations prolongées. La grêle est nuisible, tout comme la neige, qui ne doit pas être excessive pour éviter qu'elle ne s'accumule dans la frondaison et qu'elle ne rompe les branches (COI, 2007). D'autres travaux de recherche, en l'occurrence Masmoudi Charfi et *al.* (2016), ont montré que les besoins optimaux en eau de l'olivier se situent entre 30 et 60 ETP ; ils dépendent, néanmoins, de la variété, de l'âge des arbres, de la densité de plantation, du stade phénologique, de la qualité des eaux d'irrigation et de la charge en olives.

- ❖ **La lumière** : L'olivier n'a pas besoin d'une photopériode élevée ; mais la lumière reste un paramètre de production de qualité (COI, 2007), car une insuffisance d'éclaircissement et d'ensoleillement frappe la formation des fruits et progressé la probabilité que les oliviers soient affectés par des ravageurs tels que les cochenilles, la mouche et la fumagine (Walali, 2003).

- ❖ **L'exposition** : L'olivier a besoin du maximum d'ensoleillement et poussent sur une colline exposée au nord avec un certain retard par rapport à ceux qui poussent dans des zones plates. De plus, Rojo et Pérez-Badia, (2014) notent que l'analyse des branches fleuries individuelles a montré que la préfloraison et la floraison ont commencé plusieurs jours plus tard sur les branches exposées au nord par rapport aux branches exposées au sud.

8.2. Les pratiques culturales

L'olivier n'est pas exigeant, il est généralement cultivé sur des terres marginales et sur des sols pauvres où il est difficile d'adopter la culture d'autres espèces, ce qui lui confère une valeur écologique toute particulière (FAO, 2003).

8.2.1. Les travaux du sol

Le travail du sol comprend un travail du sol au printemps et à l'automne. Ils permettent de maintenir le sol meuble et aéré ce qui facilite la croissance des racines en surface, élimine la végétation indésirable au pied des troncs, facilite la pénétration de l'eau et maintient le sol humide (Bolmont et *al.*, 1998). L'entretien du sol et la bonne maîtrise de l'enherbement durant la période estivale permet d'optimiser sa production d'olives (Afidol, 2013). Afidol (2013) recommande de ne pas travailler pas le sol profondément, d'utiliser une herse rotative et désherbe au plus près des arbres. L'ITAF (2013) préconise deux techniques pour l'entretien : Les labours et les façons superficielles :

- **Les labours** : effectués à la charrue à versoir ou à disque et assurent :
 - ✓ L'enfouissement des engrais ;
 - ✓ L'enfouissement de la végétation ;
 - ✓ La pénétration et le stockage de l'eau dans le sol.
- **Les façons superficielles** : effectuées soit avec des pulvérisateurs, des covers-croop, des cultivateurs ou scarificateur. Le nombre peut varier selon le type de sol et le climat ; mais l'objectif à atteindre est d'empêcher le développement des adventices et l'évaporation de l'eau du sol (ITAF, 2013).

8.2.2. L'enherbement permanent

L'enherbement présente de nombreux avantages conduisant à favoriser son maintien dans les vergers : réduction de l'érosion des sols, limitation des pollutions diffuses, renouvellement de la matière organique des sols, amélioration de l'aération des sols, enrichissement de la biodiversité et meilleure prédation des pupes de mouches tombées au sol (Afidol, 2013).

8.2.3. Installation des brises vents

La brise vent est un obstacle inerte ou végétal, destinée à protéger les terres de culture de l'érosion éolienne et des effets néfastes provoqués par le vent. Dans les zones arides, les brise-vent diminuent l'évapotranspiration potentielle, diminuent les dégâts dus au vent (blessure et chute des fruits, rupture de rameaux, assèchement des boutons floraux...) (Afidol, 2013).

8.2.4. L'irrigation

La plupart des articles traitant de l'évaluation des besoins en eau des oliviers ont rapporté que l'olivier se caractérise par ses besoins en eau limités et sa tolérance à la salinité (Ben Ahmed et *al.*, 2009). Conscient que l'irrigation est une option évidente pour augmenter et stabiliser la production d'olives (Masmoudi Charfi et *al.*, 2009 ; Masmoudi-Charfi et *al.*, 2016). Par ailleurs, Masmoudi-Charfi et *al.*, (2016) exprime la notion de stratégie appelée «irrigation déficitaire contrôlée» en apportant de plus grandes quantités d'eau nécessaires, à condition que l'humidité du sol ne devienne pas excessive. L'irrigation qui a été largement adoptée ; elle influence directement sur le nombre de fleurs/grappes (avec une augmentation du nombre de grains de pollen), (Orlandi et *al.*, 2013).

Quantité d'eau à apporter est équivalent de 20 à 40 litres par arbre et par jour durant l'été (deux fois moins au printemps). Les quantités d'eau à apporter sont à ajuster en fonction de la conduite de l'irrigation, la consommation en eau est d'autant plus élevée lorsque les arrosages sont rapprochés et lorsque le volume de sol humecté est important (Tableau 2) (Afidol, 2013).

Tableau 2 : Effets du déficit hydrique sur les processus de croissance et de production de l'olivier (COI, 2007).

Phases du cycle de végétation et de production	Période	Effet du déficit hydrique
Croissance végétative	Fin été-automne	Développement réduit des bourgeons à fleurs et des pousses de l'année suivante
Formation des bourgeons à fleurs	Février-avril	Réduction du nombre de fleurs ; avortement ovarien
Floraison	Mai	Réduction de la fécondation
Nouaison	Mai-juin	Réduction de la fécondation (Augmentation de l'alternance)
Croissance initiale du fruit	Juin-juillet	Diminution de la taille du fruit.
Croissance postérieure du fruit	Aout-novembre	Diminution de la taille du fruit (cellules du fruit plus petites).
Lipogenèse	Juillet- novembre	Teneur plus faible d'huile/fruit.

8.2.5. Fertilisation

La fertilisation est une pratique commune en agriculture, elle vise à satisfaire les besoins nutritionnels des cultures lorsque les nutriments nécessaires pour leur croissance ne sont pas apportés en quantités suffisantes par le sol (Fernández-Escobar, 2008 ; Fernández-Escobar et *al.*, 2013).

La nécessité de connaître les besoins nutritifs des cultures durant le cycle productif est indispensable pour planifier une stratégie de fertilisation adéquate. Selon COI (2007) et Fernández-Escobar et *al.* (2013), une fertilisation rationnelle doit :

- 1) Satisfaire les besoins nutritifs de l'olivier ;
- 2) Minimiser l'impact sur l'environnement, en particulier la contamination du sol, de l'eau et de l'air ;
- 3) Permettre d'obtenir une production de qualité ;
- 4) Éviter les apports systématiques et excessifs de nutriments (COI, 2007 ; Fernández-Escobar et *al.*, 2013).

D'après Ben Khelil et Mustapha (2009), la fertilisation raisonnée consiste donc à ajuster l'apport d'éléments fertilisants et à les adapter aux besoins de la plante et au bon moment pour, d'une part, assurer une récolte suffisante et, d'autre part, limiter les apports pour minimiser leur côté effets sur le complexe du sol -plante -climat. La pratique de la fertilisation raisonnée repose sur l'analyse des éléments exportés par l'arbre (feuilles, fruits et bois de taille), cela permet d'évaluer ce qu'il faut restituer au sol.

Cette méthode permet d'évaluer les besoins globaux de l'arbre et permet d'estimer et d'améliorer certaines caractéristiques des olives (poids moyen, rendement en olive) et de l'huile d'olive.

L'apport de fumier est conseillé pour les jeunes oliviers à raison de 20 à 40 kg de fumier/arbre/an. Pour les oliviers en production, il faut apporter 40 à 60 kg de fumier/arbre/an et 800 à 1000 g d'azote/arbre, soit 4 à 5 kg de sulfate d'ammonium (Alaoui, 2005). Les apports en azote doivent être revus à la hausse pour l'oléiculture intensive, soit 20g d'azote/arbre en plus (Tableau 3).

Les apports en phosphore et en potassium doivent être de 800 à 1000 g de phosphore (P₂O₅), soit 1,5 à 2 kg de super triple à 45%, et entre 1000 à 1500 g de potassium (K₂O) /arbre, soit 2 à 3 kg de sulfate de potasse à 48% (Alaoui, 2005).

Le P et K doivent être appliqués en automne, alors que l'azote doit être fractionné en deux. La moitié doit être appliquée en février, et l'autre moitié après la floraison (Alaoui, 2005).

Tableau 3 : Besoins et époque d'utilisation des éléments fertilisants (ITAF, 2013)

Production en qx	N. Unités		P. Unités		K. Unités	
	Sec	Irrigué	Sec	Irrigué	Sec	Irrigué
0-15 kg	30	60	10	20	30	20
15-30 kg	60	90	20	30	40	30
30-50 kg	-	120	-	-	80	40
Époque de la fertilisation	1/2 avant la floraison : février-mars. 1/2 au grossissement des fruits : Août-Septembre		Octobre novembre		Octobre novembre	

8.2.6. La taille

Les arbres, à partir de la 5^{ème} année, dépassent le volume total de 10000 m³/ha (Pastor et al., 2006) ; ils nécessitent donc des interventions de taille importantes pour garantir un niveau de luminosité suffisant, pour éviter l'apparition de phénomènes de compétition, de renouvellement de branches fructifères, ralentissement du vieillissement de l'arbre, maintien de la forme de l'arbre et maintien de l'équilibre entre la partie souterraine et la partie aérienne de l'arbre (FAO, 2019).

La taille est une pratique agronomique ayant un impact important sur l'incidence des ravageurs et des agents pathogènes et même sur leur lutte. Son effet sur les insectes

phytophages et les pathogènes aériens est dû à la modification du microclimat de la canopée des arbres et aussi à la réduction de l'inoculum après avoir enlevé les parties affectées de l'olivier. En outre, une intensité de taille élevée peut provoquer une croissance intense de pousses tendres et enfin favoriser l'activité des écailles d'olivier (Fernández-Escobar *et al.*, 2013 ; FAO, 2019).

D'après Rodrigues *et al.* (2018), la taille a été préconisée à plusieurs fins : chez les jeunes arbres, principalement pour construire un cadre nécessaire pour supporter la charge de fruits ; chez les arbres matures, la taille est effectuée pour maximiser l'exposition au soleil et pour maintenir l'équilibre entre les fonctions végétatives et reproductrices.

La taille commence à partir du haut de l'arbre et se poursuit vers la base. Les plus grosses pousses sont coupées en premier, suivies par celles de plus petit diamètre. La coupe doit être exécutée près du point d'attache de la branche latérale (COI, 2007). Il est conseillé de recouvrir les blessures de coupe et de pulvériser les arbres avec un produit fongicide à base de cuivre, afin d'éviter que l'arbre ne forme des infections bactériennes ou fongiques (Kour *et al.*, 2018).

8.2.6.1. Périodes de la taille

La taille des oliviers peut être effectuée juste après la récolte. Pour les variétés d'olives de table, la taille commence en novembre-décembre pour les olives vertes ou février-mars pour les olives noires. En général, la taille peut être effectuée à partir de l'automne aux premiers mois du printemps ; mais, dans les zones à haut risque de gelées, il devrait être reportée (Lodolini *et al.*, 2019 ; Kour *et al.*, 2018).

8.2.6.2. Les différents types de taille

❖ **La taille de formation** : Elle est réalisée sur de jeunes arbres en croissance (ITAF, 2013). A ce moment, la première taille est effectuée, laissant 3 à 4 charpentiers et éliminant les autres. De plus, selon les recommandations de l'ITAF (2013), il est préférable d'éviter les arbres à plusieurs tiges et veiller à conduire les plantes en tige unique pour faciliter la récolte mécanique, et orienter le développement de la charpente avec une bonne solidité, un bon éclairage de l'ensemble de la frondaison.

❖ **La taille d'entretien et fructification** : Après la cueillette. L'olivier fructifie sur les rameaux de 1 an, en supprimant les gourmands et que la production est portée par des bourgeons qui se différencient dès la fin de l'hiver au cours de la même année. Selon Kour *et al.*, (2018), les pousses très vigoureuses n'étant plus productives, la taille consiste donc à

induire des rameaux qui porteront des fruits en les exposant à la lumière et à maintenir la zone fructifère vigoureuse et active.

❖ **La taille de régénération :** Elle est réalisée sur des arbres très anciens et improductifs. Elle consiste à reformer l'arbre à partir du tronc ; elle est généralement sévère. Elle provoque l'apparition de nouvelles ramifications et rend la fructification plus accessible à la cueillette (MADR, 2003).

9. Importance économique de l'olivier

9.1. Dans le monde

La production mondiale d'olive fluctue selon les années, en raison du phénomène d'alternance et aux conditions climatiques. Les techniques modernes appliquées en culture de l'olivier permettent actuellement d'obtenir des olives chaque année ; mais une année de forte récolte est généralement suivie d'une production moins importante l'année suivante (Chafaa et al., 2013). Nous notons à partir de cette figure (5) la superficie cultivée qui a augmenté d'environ 36% au cours des 30 dernières années (1994-2019), alors que la production a atteint 19,5 millions tonnes pour l'olive et 3,5 millions tonnes pour l'huile d'olive en 2019 (Faostat, 2020). L'Union européenne représente 66,2% de cette production, l'Afrique (Afrique du Nord) 16%, l'Asie 15.1% ; le reste se répartissant entre l'Amérique (Californie, Chili, Argentine,...) et l'Océanie (Figure 6).

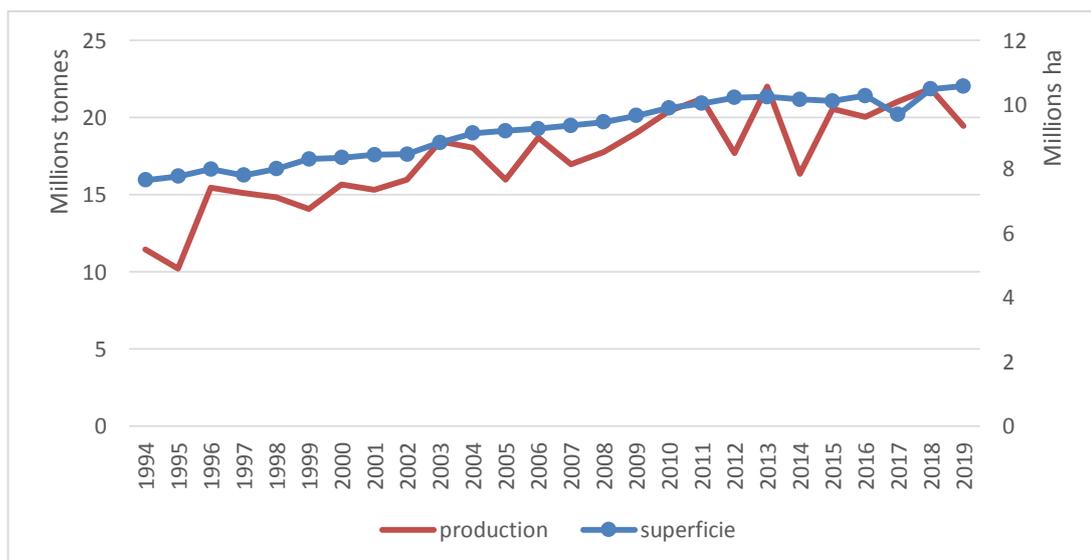


Figure 5 : Evolution de la superficie plantée et la production d'oliviers dans le monde (FAOSTAT, 2020).

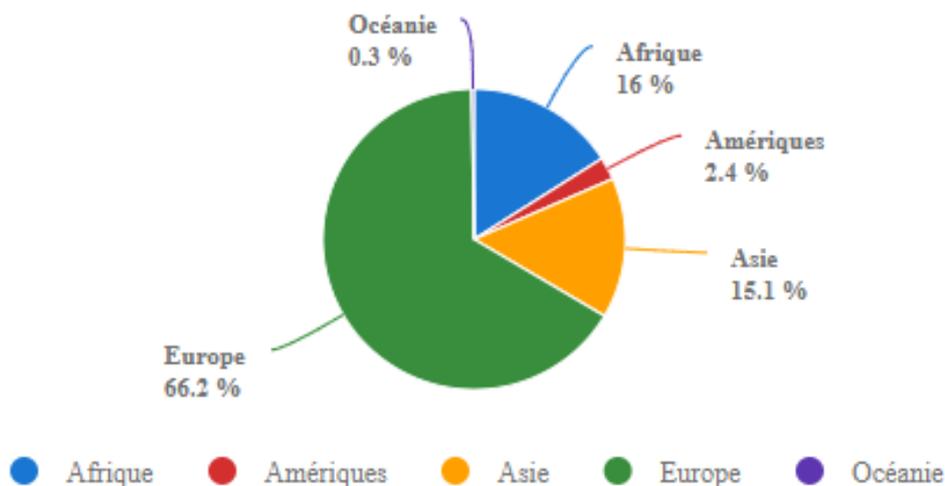


Figure 6 : Répartition de la production en olive par région pour la période 1994/2019 (FAOSTAT, 2020).

L'Espagne est classé le premier pays dans le monde du point de vue les superficies réservées pour la culture de l'olivier avec 2601900ha, suivi par la Tunisie et l'Italie avec respectivement 1606909ha et 1139470ha. L'Algérie occupe la dixième place avec une superficie cultivée en olivier de 431634ha. Les trois principaux producteurs sont l'Espagne, l'Italie et la Grèce représentent à eux-seuls 75% de cette production, et aussi sont également les plus consommateurs. La figure 7 représente le classement des pays producteurs d'olive dans le monde.

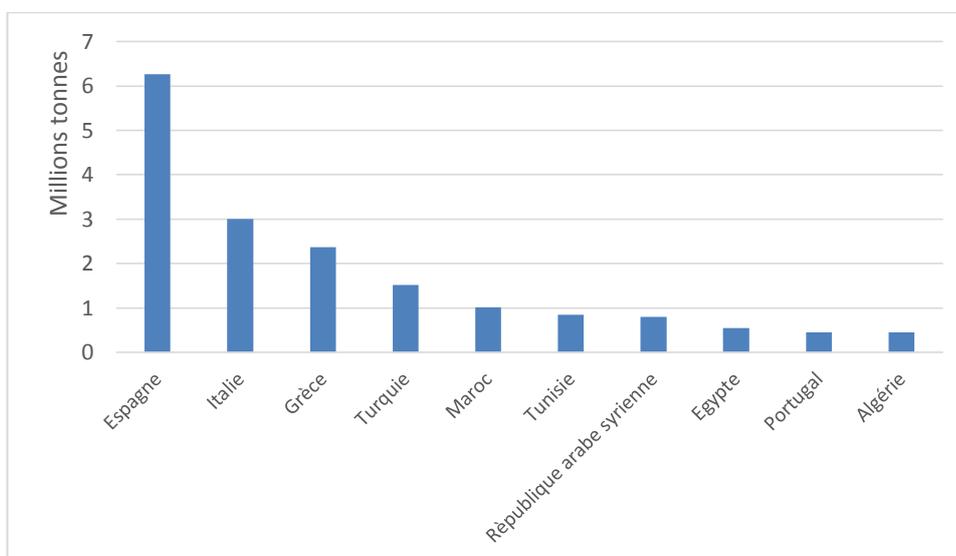


Figure 7 : Principaux pays producteurs pour la période (1994-2019) (FAOSTAT, 2020).

9.2. En Algérie

L'olivier occupe une place très importante dans le processus de reprise économique de l'Algérie. La culture de l'olivier, joue un rôle dans la lutte contre l'érosion, la valorisation des terrains agricoles et aussi un rôle important dans le développement rural en tant que l'une des principales sources de revenus et d'emplois dans les zones pluviales relativement pauvres de la Méditerranée (Loumou et Giourga, 2003). Elle constitue, par conséquent, une des principales espèces fruitières cultivées en Algérie et représente 4,5% de la SAU et 44% de la superficie arboricole nationale (ITAF, 2013).

Dans ce cadre, l'Algérie a mis en place, depuis les années 2000, une politique visant l'amélioration de la sécurité alimentaire nationale, le développement de certaines filières agricoles prioritaires et la mise en valeur de terres. Cette politique, mise en œuvre au travers de différents plans nationaux, a permis d'augmenter les surfaces agricoles, dont notamment le Programme National de Développement Agricole (PNDA 2000-2010), financement National de Régularisation et développement agricole (FNDRA), la Politique de Renouveau Agricole et Rural (PRAR 2010-2014) et aujourd'hui, le Plan FELAHA 2014-2020 (Bessaoud et *al.*, 2019).

Selon les statistiques agricoles du MADR, les vergers arboricoles couvrent au cours de la décennie 2000-2009 une superficie moyenne de 396 480 ha dont 39% réservées aux vergers oléicoles, 30% pour les arbres fruitiers, 23% pour le verger phoenicicole et 8% pour les agrumes. Cette superficie a connu une augmentation durant la période 2010-2017 de 47% par rapport à la décennie 2000-2009, dont la superficie de l'olivier a augmenté de 58%, les noyaux pépins avec 56% , 41% pour les agrumes et 20% pour le palmier dattier.

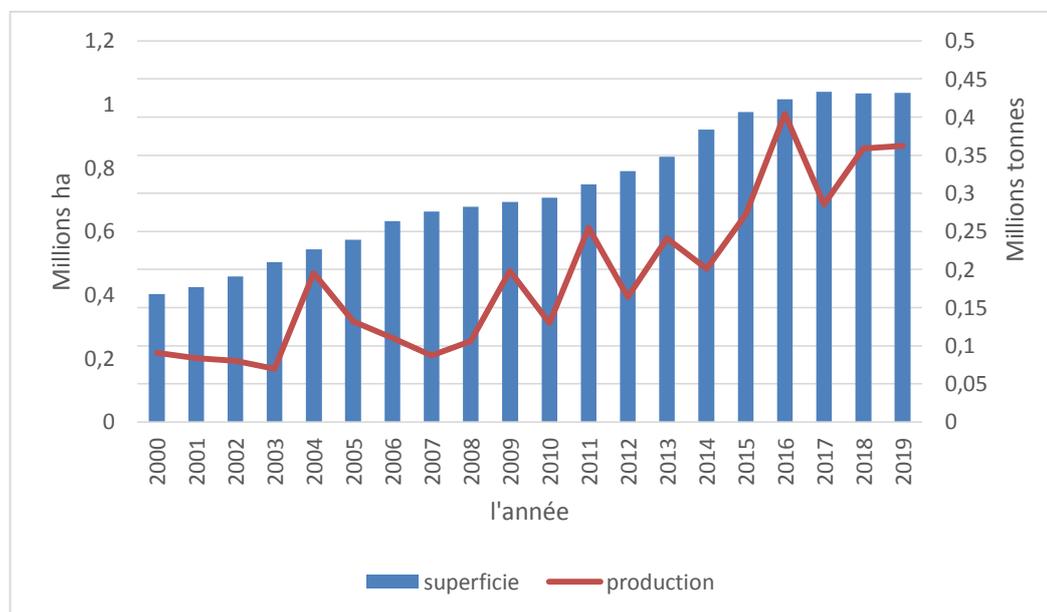


Figure 8 : Evolution de la superficie en Algérie 2000-2019 (Faostat, 2021)

Selon Faostat (2021), la superficie oléicole est de 431634 ha en 2019 et la production d'olives a atteint 8,6 millions de quintaux durant la campagne agricole 2018/2019 (Figure 8). Cette superficie a connu une augmentation de près de 16% qui correspondent à la mise en place de plus de 64 000 ha réalisée à travers 15 wilayas oléicoles dont, la wilaya de Skikda, qui, à elle seule, a réalisé une superficie de plus de 5000 ha.

Par ailleurs et selon l'ONFAA (2016), la production de l'huile d'olive a enregistré le niveau le plus élevé ces 15 dernières années en atteignant plus de 900 000 hl à travers le territoire national soit une croissance de 25 %. Ce résultat s'explique par l'entrée en production de près de 2.5 millions d'oliviers au cours de cette campagne.

L'oléiculture orientée vers la production d'huile d'olive domine la quasi-totalité de la région de Bejaia, avec près de 70% de la surface arboricole totale ; il est cultivé sur plus de 60.000 ha (Boudi et *al.*, 2013), comparativement aux autres wilayas productrices d'olives destinées à l'huile.

En matière d'exportation, l'Algérie exporte de modeste quantité vers le Canada, la France et la Jordanie. Le chiffre d'affaire de la filière de l'huile d'olive s'élève à 1,5 milliard de dinars et 900 millions de dinars pour l'olive de table. Les capacités de transformation pour l'olive à l'huile sont de 1,705 huilerie dont 85% sont des huileries traditionnelles et 10% des huileries modernes (Kacem., 2014).

9.3. Dans la Wilaya de Mascara

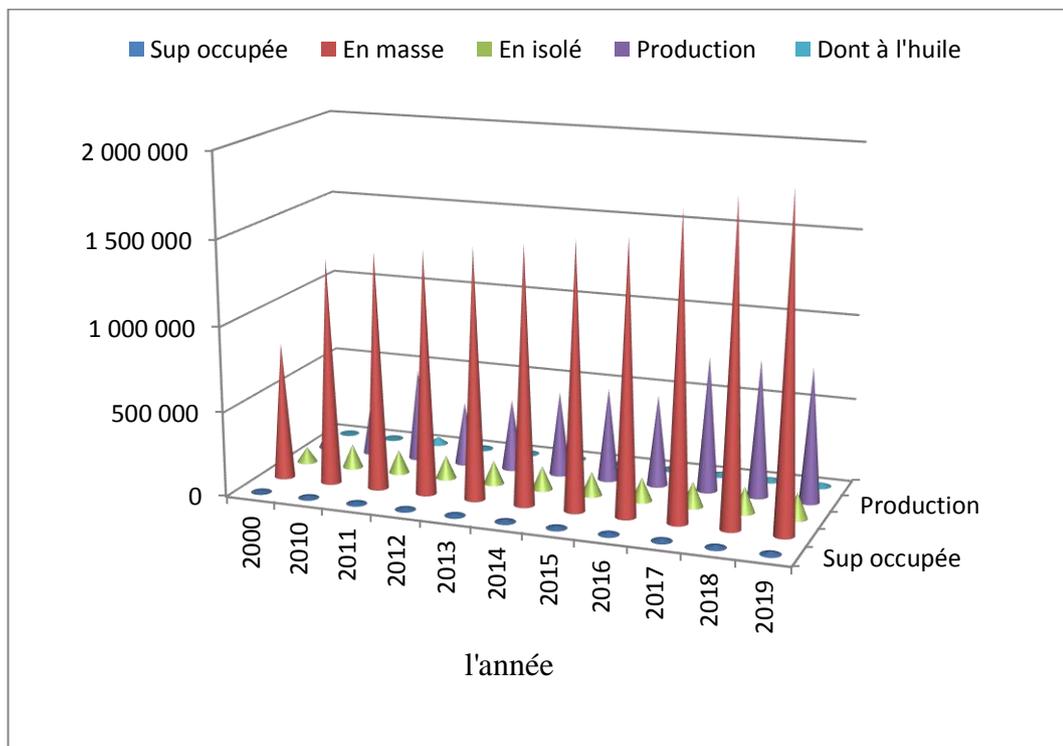
La production d'olives dans la wilaya de Mascara a enregistré, cette saison (2021), environ 888000 quintaux, dont 870350 quintaux d'olives de table et 17650 quintaux destinés à la production d'huile d'olive comparativement à la saison 2019-2020, qui avait enregistré une récolte de 794500 quintaux, dont 770800 quintaux d'olives de table et 23700 quintaux destinés à la production d'huile d'olive (DSA, 2021).

Selon la direction des services agricoles de la Wilaya de Mascara, la superficie globale productrice d'olives dans la wilaya est estimée à 17532 hectares et comprenant 2221300 oliviers. Elle prévoit une amélioration de la production d'olives dans les prochaines années suite à l'entrée en production de nouvelles oliveraies, dont la superficie dépasse les 1400 ha. L'évolution de la superficie et la production est illustrée dans le tableau 4 et la figure 9-10.

Tableau 4 : Evolution de l'oléiculture dans la wilaya de Mascara

	Sup occupée (ha)	En masse (nombre)	En isolé (nombre)	Production (qx)	Dont à l'huile
2000	7 900	809 400	90 000	120 100	6 600
2010	11 625	1 332 570	138 900	378 900	8 600
2011	12 156	1 400 400	137 250	545 600	40 700
2012	12 481	1 432 650	136 850	373 300	8 000
2013	12 767	1 473 600	139 100	420 800	11 600
2014	13 014	1 512 700	139 650	499 000	10 100
2015	13 165	1 557 110	139 280	550 900	11 550
2016	13 510	1 593 200	139 400	539 000	10 600
2017	14 970	1 770 000	150 100	800 000	17 900
2018	15 730	1 863 200	154 750	811 300	22 400
2019	16 200	1 926 300	155 500	794 500	23 700
2020	17 532	2 063 800	157 500	888 000	17 650

Source : DSA, 2021

**Figure 9** : Evolution de l'oléiculture dans la wilaya de Mascara (DSA, 2021).

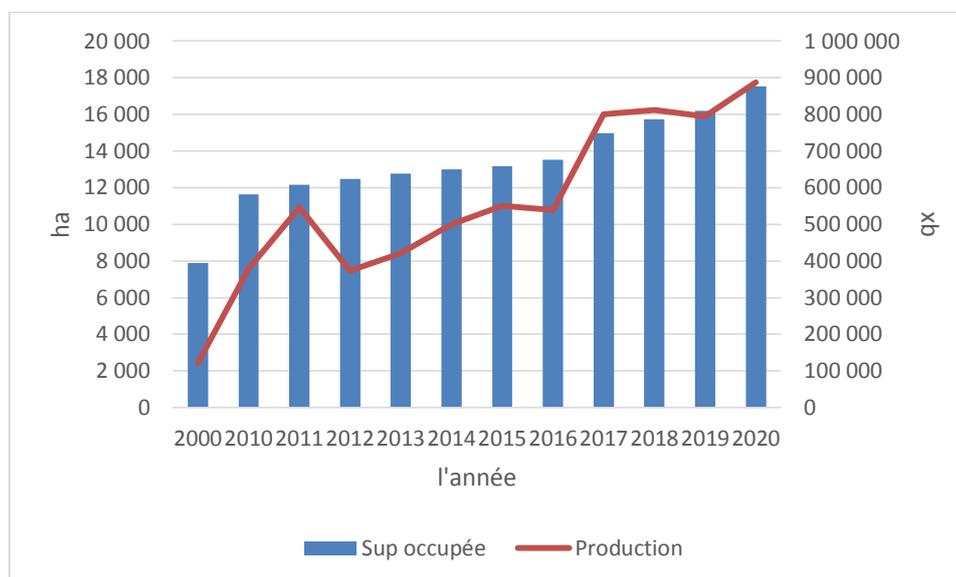


Figure 10 : Evolution de la superficie et la production dans la wilaya de Mascara (DSA, 2021).

La wilaya de Mascara est classée la première en terme de surface et production oléicole à l'ouest de pays. La répartition des surfaces ainsi que les quantités d'olives récoltés, lors de campagne (2000-2020) sont présentés dans le tableau 5. La région de Sig, dans le nord-ouest de la wilaya, occupe toujours la première place en matière de superficies consacrées aux oliviers avec une surface de 2.543 ha, suivie par la région Ras El Ain Amirouche avec près de 1527 ha, puis Oued Taghia, au sud de la wilaya, avec environ 1146 ha et la région de Oggaz, avec 989 hectares ; et en dernière position, la région Gharrous à Sud-Est de la wilaya avec 19,5 ha.

Tableau 5 : Répartition des surfaces et productions d'olives lors de la période (2000-2020) dans la région de Mascara

Région	Superficie (ha)	Production (qx)
Sig*	2 543	211 800
Oud Taghia*	1 146	60 000
Tizi	129	5035
Tighennif	682	40700
Hachem	608	45900
Sidi Kada	400	19250
Ras El Ain Amirouche*	1527	101850
Mohammadia	424	13950
Oggaz*	989	68132
Gharrous	19,5	-

Source : DSA, 2021.

10. Description des principales variétés cultivées en Algérie

L'oléiculture algérienne est caractérisée par une large gamme de variétés : « Chemlal », c'est la variété dominante au nord et nord-est du pays. Elle est destinée exclusivement à l'huile. La Sigoise, de la région de Sig à l'ouest connue pour ses olives de table. Ils existent une trentaine d'autres variétés autochtones connues pour leurs spécificités ou importées telles que : Blanquette, Sévillane, Azeradj, Lucques, et Picholine, Limli (Bouyoucef et Laoudj, 2016).

- **Chemlal** : Cultivée dans la grande Kabylie ; elle occupe 40 % du verger oléicole national ; c'est une variété rustique, tardive et autostérile ; elle est toujours associée à d'autres variétés assurant sa pollinisation (Azeradj ou sigoise). Le fruit est allongé, de faible poids (2,5 g) ; le rendement en huile entre 18 à 22 % ; elle résiste bien au froid et à la sécheresse (Mendil et Sebai, 2006).
- **Sigoise** : Surtout cultivée dans l'Ouest du pays, et plus particulièrement dans la plaine du Sig. Elle représente 25% des oliviers cultivés en Algérie (ITAF, 2009). Le rendement en huile est de 18 à 20 % avec un poids de fruit de 3 à 3,5 g. Cette variété est utilisée principalement pour la production d'olives de table en vert ou en noir (Mendil et Sebai, 2006) ; moyennement résistante au froid et à la sécheresse, tolérante aux eaux salées. La floraison est généralement précoce et d'une intensité moyenne. Concernant le fruit, le taux de nouaison est faible (0,70%) (ITAF, 2009). Les caractéristiques du cultivar Sigoise sont récapitulées dans l'annexe (1).

11. Les principales bioagresseurs de l'olivier

Les ennemis de l'olivier sont très nombreux et diversifiés. Il compte près de 250 ennemis importants qui sont signalés par différents auteurs.

11.1. Les principales maladies

Les maladies qui peuvent affecter l'olivier sont assez nombreuses, nous n'abordons ici uniquement les maladies presque exclusives à l'olivier.

❖ **La Fumagine ou « noir de l'olivier »** : L'agent causal est nommé *Capnodium oleaginum* ou *Fumago salicina* (1801), qui se développe sur les arbres touffus non taillés. Elle se présente sous forme d'un champignon colporté par les cochenilles ou les psylles. Les feuilles sont alors recouvertes d'une poussière noire et empêche l'arbre de respirer (ITAF, 2004).

❖ **Le cycloconium ou « oeil de paon »** : Causée par *Cycloconium oleaginum* ; c'est la maladie qui peut occasionner le plus de dégâts car elle s'attaque non seulement aux feuilles mais également aux fruits. Elle apparaît sous forme de taches circulaires brunes ou jaunes (Wirth et Joseph, 1994).

❖ **La Verticilliose (*Verticillium dahliae*)** : Causée par *Verticillium dahliae* (Kleb, 1913), un champignon microscopique vivant dans le sol et envahissant l'arbre lors d'une montée de sève. Ceci se fait lors de blessures des racines ou à la suite de la taille. La contagion se répand par des outils infectés. On observe un dessèchement de certaines (1 ou 2) branches de l'olivier. (Walali, 2003). Selon Benouzza (2012), cette maladie s'est étendue sur de nombreuses oliveraies en Algérie.

❖ **Le Chancre (ou rogne)** : C'est un bacille qui en est à l'origine (*Pseudomonas savastanoi*) ; elle se présente sous forme d'excroissances de bois qui font penser à des verrues. Selon Assawah et Avat (1985), elles apparaissent souvent après un gel ou un orage de grêle. Lorsqu'un olivier en est atteint, il est presque impossible de s'en débarrasser.



Symptôme de la fumagine (Google.image.com)



Feuilles d'olivier atteintes par l'œil de paon (Triki et al., 2003)



Symptôme de la Verticilliose sur Olivier (Donato Boscia, CNR, 2018)



Maladie de chancre de l'olivier (Afidol, 2021).

Planche 11 (1, 2, 3 et 4) : Symptômes des principales maladies de l'olivier

11.2. Les principales bioagresseurs de l'olivier

Les objets de notre étude, seront détaillés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II

PRINCIPAUX BIOAGRESSEURS

DE L'OLIVIER

CHAPITRE 2 : PRINCIPALES RAVAGEURES DE L'OLIVIER

L'olivier est fortement attaqué par de multiples ravageurs qui peuvent s'attaquer à tous les organes de l'arbre : feuilles, rameaux, fleurs et fruits. Ceux-ci peuvent réduire considérablement la production ou affecter la qualité finale de l'olive (Alvarado et al., 1999 in Quadrado, 2020).

Arambourg (1975) signale l'importance économique des principaux ravageurs de l'olivier ; il les recense en trois grands groupes :

Dans la région méditerranéenne, les espèces à importance économique majeure qui constituent **le premier groupe** sont :

- ✓ La Mouche de l'olivier *Bactrocera oleae* Gmelin et Rossi, 1788 (Diptera, Tephritidae) ;
- ✓ La teigne de l'olivier *Prays oleae* Bernard, 1788 (Lépidoptera, Praydidae) ;
- ✓ La Cochenille noire de l'olivier *Saissetia oleae* Olivier, 1791 (Homoptera, Coccidae) ;
- ✓ La Cochenille violette *Parlatoria oleae* Colvée, 1880 (Homoptera, Diaspididae) ;
- ✓ Le Psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa, 1839 (Homoptera, Psyllidae).

Le second groupe regroupe les ravageurs secondaires, à importance économique moyenne ou localisée, qui peuvent aussi s'attaquer à l'olivier qui sont :

- ✓ L'otiorhynque de l'olivier *Otiorrhynchus cribricollis* Gyllenhal, 1834 (Coleoptera : Curculionidae) ;
- ✓ Le Thrips de l'olivier *Liothrips oleae* et Costa, 1857 (Thysanoptera: Phlaeothripidae) ;
- ✓ L'aleurode noir *Aleurolobus olivinus* Silvestri, 1911 (Homoptera, Aleurodidae).

Le troisième groupe comprend les espèces sans importance économique telles que : *Pollini pollini*, *Margarodes unionalis*, *Lipidosaphes ulmi*.

1. La mouche de l'olive

Bactrocera oleae est le principal ravageur et le plus dangereux pour les oliviers, dans le bassin méditerranéen et d'autres régions du monde à climat méditerranéen où cette culture a été introduite (Hegazi et al., 2009 in Zaza et al., 2018). Cette mouche ne parasite que les oliviers.

Selon INPV (2009), ce ravageur peut causer des dégâts sur fruits pouvant aller jusqu'à 30% de fruits abimés et non utilisables en augmentant le taux d'acidité conduisant à une altération de qualité d'huile. En effet, Calabrese et Sciarretta (2019) confirment que ce prédateur peut affecter la qualité, la quantité d'huile et d'olives de table lors des infestations de fin d'été et d'automne.

1.1. Description

La mouche de l'olivier appartient à la famille des *Tephritidae*. Cette famille de l'ordre des Diptères est la plus diversifiée, comprenant près de 4500 espèces décrites, avec certains des ravageurs agricoles les plus importants au monde (Daane Johnson, 2010 in Quadrado, 2020).

L'adulte est de petite taille de 4 à 5 mm de longueur, avec des yeux à facettes bleu-vert (AFIDOL, 2013) ; le thorax est brun avec deux à quatre bandes longitudinales grises ou noires. Le scutellum est jaune à blanc avec plusieurs taches jaune-blanches de chaque côté du thorax. L'abdomen est brun avec des zones plus foncées variables sur les côtés de chaque segment. Les ailes sont claires à l'exception d'une petite tache noire distincte aux extrémités (Yokoyama, 2015). Les nervures des ailes peuvent également être légèrement foncées (Figure 12 (1 et 2)).

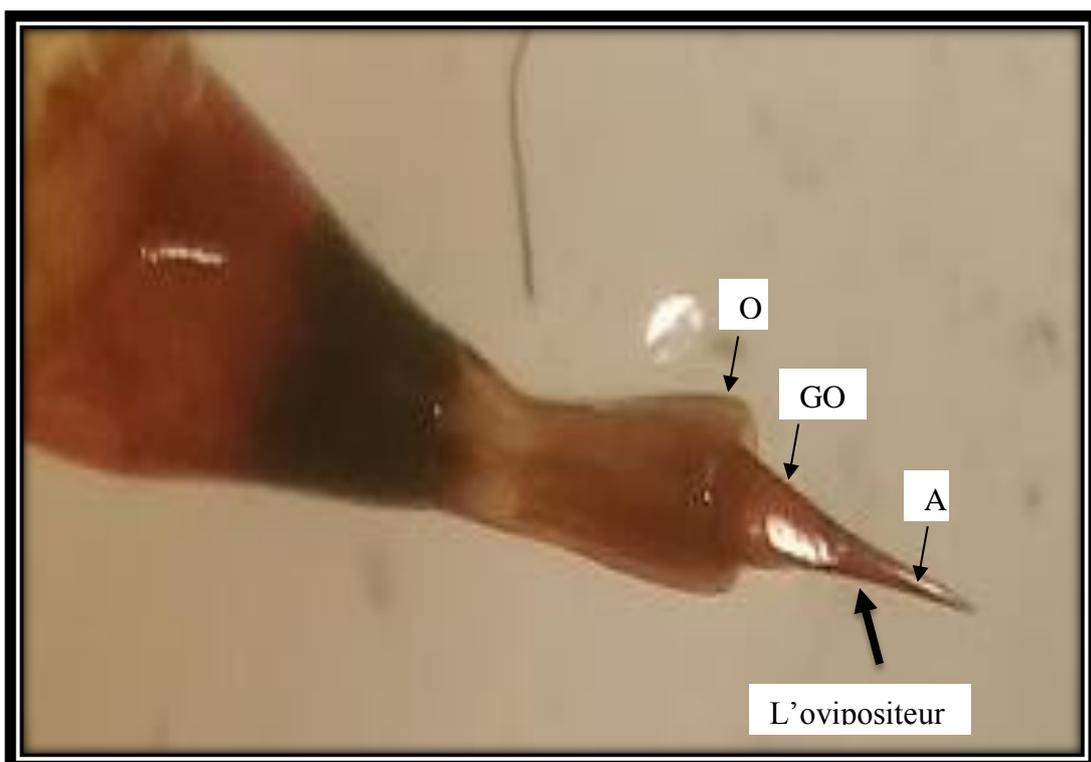


Figure 12 (1) : L'ovipositeur A ; aculeus, GO ; gaine de l'ovipositeur, O ; oviscape (Originale).

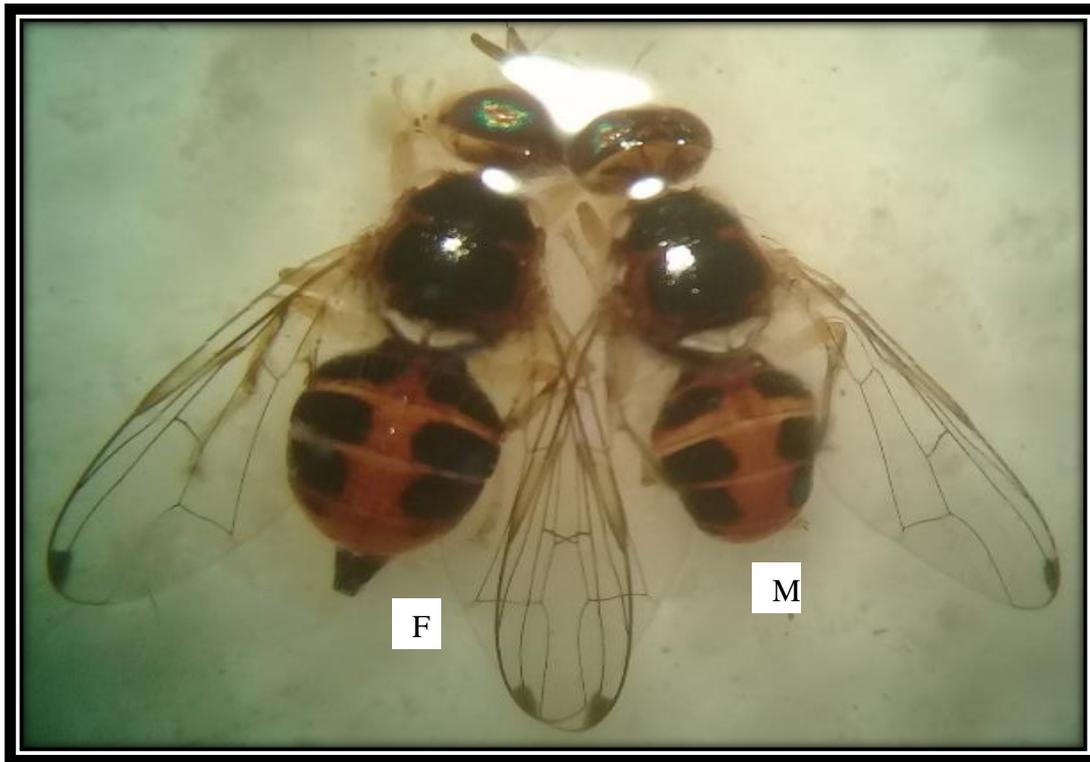


Figure 12 (2) : Les adultes de la mouche d'olivier M ; male, F ; femelle (originale)

1.2. Biologie et cycle de vie

Cet insecte présente plusieurs générations par an dont le nombre est variable selon les facteurs climatiques et selon les régions : de 2 à 4 générations, jusqu'à 6 selon la température ambiante et la disponibilité des fruits. Mazomenos et *al.* (2002) rapportés par Haber et Mifsud (2007) indiquent qu'il peut y avoir un large chevauchement des générations en raison de la longévité des adultes et d'une longue période de ponte.

La femelle peut pondre jusqu'à 20 œufs/jour sur les fruits, produisant plusieurs centaines (200-250) d'œufs au cours de sa vie. L'œuf est déposé par la femelle sous l'épiderme de l'olive. Selon Yokoyama (2015), les œufs de la mouche de l'olivier sont d'un blanc crème, légèrement incurvés, plus larges du milieu vers le pôle antérieur et légèrement effilés vers le pôle postérieur. Ils ont une longueur moyenne de 0,7 mm et un diamètre moyen de 0,2 mm.

La larve éclot après 2 à 5 jours ; elle se nourrit de la pulpe de l'olive et crée une galerie (Santos et *al.*, 2020). Le stade larvaire a trois (3) stades, de couleur blanc-jaunâtre, mince à robuste, allongé et effilé vers l'avant (Yokoyama et Miller 2007).

Au terme de son développement, la larve se transforme en puppe dans l'olive. Les pupes ont une forme elliptique et leur couleur varie du blanc pâle au jaune clair (Daane et *al.*, 2004).

Après douze à quinze jours, un nouvel adulte émerge de la puppe et de l'olive. Une génération dure ainsi entre 25 et 30 jours en été. Après l'accouplement, la femelle va déposer un œuf sous l'épiderme de l'olive. La piqûre de ponte à la surface du fruit est petite (1 à 2 mm), elle pond un œuf par fruit. Après quelques jours, un asticot éclot et commence à se nourrir de la pulpe de l'olive. En grossissant, cette larve crée des galeries de plus en plus importantes. A la fin de son développement, la larve se transforme en puppe dans l'olive (nymphe). La mouche passe l'hiver sous forme de puppe, dans les cinq premiers centimètres du sol. Cette puppe est assez tolérante au froid (T° minimale létale autour de 0°C). Après une dizaine de jours, un nouvel adulte émerge de la puppe (Figure 13) (AFIDOL, 2013).

Des conditions environnementales défavorables, telles que les températures élevées ou basses et des photopériodes courtes, associée à l'absence d'olives au printemps et au début de l'été, pourrait entraîner une dormance reproductive facultative chez *B. oleae* adultes (Zaza, 2018). En effet, Wang et al. (2009) ont mis en évidence l'effet des hautes températures sur *B. oleae*, en particulier, lorsque les températures dépassent 30°C , les adultes de *B. oleae* sont frénétiquement actifs et la ponte est inhibée ; tandis qu'à 35°C l'activité s'arrête. De plus, la mortalité larvaire augmente à des températures supérieures à 30°C , en particulier chez les jeunes larves.

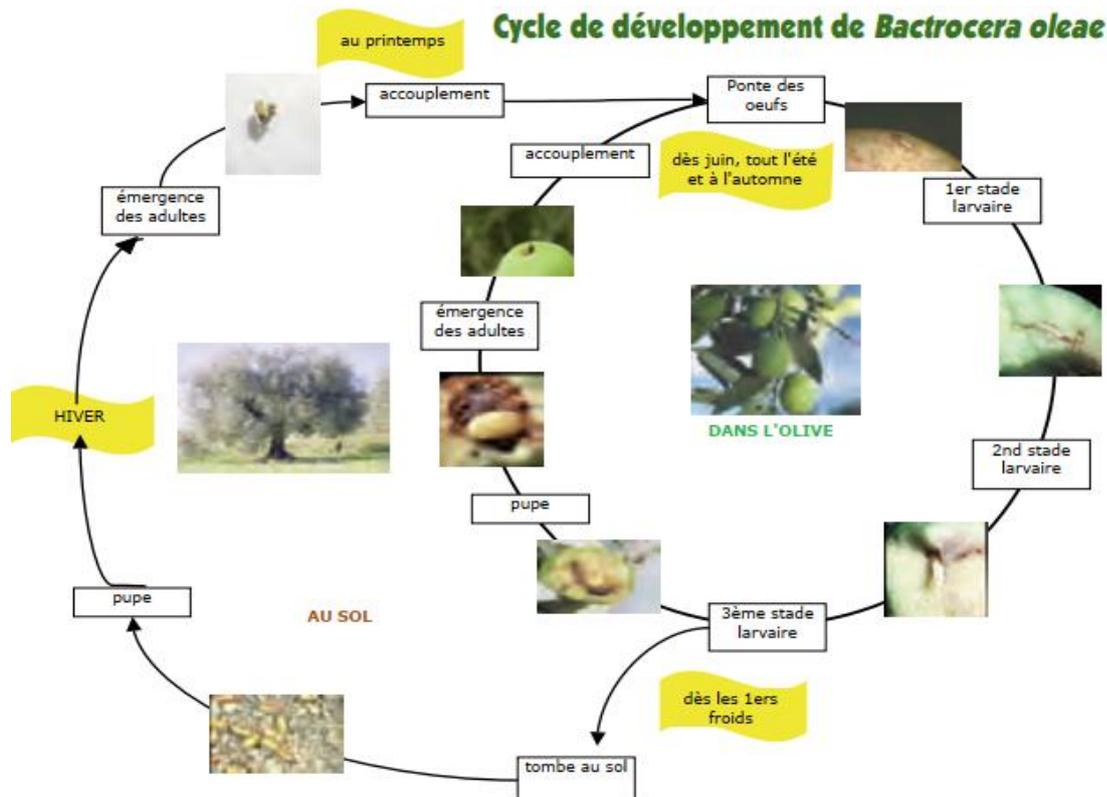


Figure 13 : Cycle de développement de la *B. oleae* (AFIDOL, 2013)

1.3. Dégâts

La mouche de l'olivier (*B. oleae*) provoque de graves pertes économiques pour les producteurs d'olives. Les dégâts engendrés par la mouche de l'olive sont d'ordre quantitatif et qualitatif (Eti, 2017).

Les larves de cette mouche creusent des trous dans le fruit, détruisant la pulpe et permettant l'entrée d'infestation secondaire de bactéries et de champignons qui pourrissent le fruit et augmentent considérablement le niveau d'acides gras libres (acidité) de l'huile d'olive (Athar, 2005). De plus, les dommages causés par les larves de mouches de l'olive augmentent également l'acidité de l'huile, réduisant sa qualité et sa valeur entraînent une perte d'environ 30% de rendement dans les pays méditerranéens (Daane et al., 2004 ; Athar, 2005 ; Messoussi et al., 2010).

1.4. Moyens de lutte

La détection précoce de la mouche de l'olivier est essentielle pour éviter les pertes de récolte dans les zones de production commerciale (Daane et al., 2004). Par ailleurs, Santos et al. (2020) notent que le travail du sol après la récolte et l'élimination des fruits tombés dans les vergers peuvent réduire la population hivernante dans le sol.

D'autre part, Daane et al. (2004) signalent également des piégeages de masse comme moyen de lutte par l'utilisation des attractifs de la mouche de l'olivier, appât de carbonate d'ammonium, de bicarbonate d'ammonium ou de phosphate diammonique et la phéromone sexuelle.

Des hyménoptères parasitoïdes tels que *Pnigalio mediterraneus*, et aussi *Eupelmus urozonus*, *Psytalia* (=Opius) *concolor*, *Eurytoma martelli*, *Cyrtoptix latipes*, ont été reconnus comme des parasitoïdes majeurs de la mouche de l'olive.

La lutte biologique se fait par l'entretien d'un environnement végétal adéquat autour des cultures (rééquilibrage écologique d'une monoculture, voir ci-dessus). Les oliveraies seront entourées de haies végétales (Warlop, 2006). Par ailleurs, Dinis et al. (2015) ont étudié le rôle de carabes dans le déclin des pupes de mouches de l'olivier dans le sol, avec un pic d'activité en octobre et novembre. Des araignées, des fourmis, staphylins sont fréquemment signalés comme ayant un contrôle biologique contre les larves et les pupes de mouches de l'olivier (Picchi et al., 2017).

Le choix des variétés d'olives avant l'installation de verger présente un grand intérêt, notamment dans les zones les plus à risque d'attaque (Gomes et Cavaco, 2003) ; plusieurs

facteurs influencent leur choix pour la ponte tels que la taille du fruit, la couleur et la dureté de l'épicarpe (Neuenschwander et al., 1985 in Quadrado, 2020).

Enfin, dans la lutte contre la mouche de l'olive, c'est tout l'écosystème qui doit être pris en considération, avec la flore et la faune du sol où hiverne *Bactrocera*.

2. La Teigne de l'olivier

Prays oleae (Bernard) (*Lepidoptera* : *Praydidae*) est l'un des ravageurs les plus importants des oliviers à travers la région méditerranéenne, la mer Noire et le Moyen-Orient (Tzanakakis, 2003 ; Nave et al., 2017). Cet insecte provoque une perte de production importante (Haber et Mifsud, 2007), dont les dégâts sont provoqués par les chenilles, à leurs différents stades de développement (AFIDOL, 2017).

2.1. Description

L'adulte de *Prays oleae* est un petit papillon lépidoptère gris argenté d'environ 6 à 6,5 mm de long. Ses ailes, aux reflets argentés présentent une envergure de 13 à 16 mm. Ses antennes, composées de plusieurs segments articulaires en nombre de 35 à 40, atteignent presque la moitié de la longueur du corps du papillon (Cantero, 1997 in Quadrado, 2020). La larve est une chenille de couleur beige-verdâtre qui atteint 7 mm de long enfin de développement (AFIDOL, 2017), en passant par cinq stades larvaires.

2.2. Biologie et cycle de développement

La teigne de l'olivier évolue en trois (3) trois générations annuelle. Le cycle de la teigne, tel que décrit par plusieurs auteurs (Loussert et Brousse, 1978 ; Arambourg, 1986 ; Jardak et al., 2000 ; Morris et al., 2002 ; Quadrado, 2020), se résume comme suit : :

▪ **La génération hivernante (phyllophage) (se nourrit des feuilles) :** Les pontes, en octobre début novembre, sont soigneusement déposés sur la face inférieure des feuilles, le long de la nervure centrale. Au bout d'une dizaine de jours, les chenilles éclosent. Les multiples stades larvaires, en nombre de 5, peuvent être différenciés suivant les symptômes et les dégâts constatés :

a. La larve de *Prays oleae* du premier stade (L1) creuse une galerie filiforme à l'intérieur de la feuille de l'olivier, souvent en forme de **S**. Son développement dure à peu près 1 mois et demi, entre mi-octobre et mi-janvier.

b. La chenille L1 mue, pour devenir une larve du deuxième stade larvaire (L2), et quitte la face inférieure de la feuille d'olivier à destination d'une nouvelle feuille. Elle creuse une autre galerie très sinueuse, cette fois ci en forme de **C**.

c. Après une nouvelle mue, la larve (L3) trouvera une nouvelle feuille d'olivier et y ronger une mine circulaire de près de 3 mm de diamètre. L'excrément, relié par des fils soyeux, est expulsé de l'orifice d'entrée au revers de la feuille où il reste accroché pendant longtemps.

d. La larve (L4) de la teigne l'olivier ronger dans une autre nouvelle feuille une cavité irrégulière assez grande, tout en conservant intact l'épiderme de la feuille.

e. Ce n'est qu'au 5^{ème} stade larvaire que la chenille ne vit plus à l'intérieur des feuilles d'olivier, mais se déplace plutôt sur le feuillage. Quand elle s'approche de la fin de son cycle larvaire, la larve de *Prays oleae* migre parfois vers les pointes des pousses afin de ronger les boutons floraux et relier les jeunes feuilles par des fils de soie.

En général donc, le cycle de développement larvaire des chenilles de la teigne d'olivier sur les feuilles, dure près de quatre mois et demi. Ce n'est qu'à partir du mois de février jusqu' à fin mars qu'elles commencent à se nymphoser. Elles se déplacent alors le long des rameaux en direction du tronc de l'arbre, afin d'y trouver une bonne cachette. Le stade nymphal dure une dizaine de jours. Les jeunes teignes d'olivier éclosent et le cycle de vie recommence. Toutefois, la ponte des œufs n'est possible que lorsque les températures nocturnes dépassent 11°C. Elle continue jusqu'au début de la floraison et s'achève vers mi-avril.

▪ **La génération anthophage (se nourrit des fleurs) :** La deuxième génération (anthophage) se développe dans les inflorescences ; les œufs sont déposés sur le calice des bourgeons floraux en avril mai, après éclosion l'apparaissent des chenilles.

○ Après une durée d'incubation de 15 à 20 jours, de petites chenilles éclosent. Elles pénètrent directement dans les boutons floraux où elles se nourrissent des étamines. Lorsque celles-ci sont complètement décapées, la chenille sort et trouve un autre bouton sain. Le 2^{ème} stade larvaire de la chenille s'effectue à l'intérieur des boutons floraux. Ce n'est qu'à partir du 3^{ème} stade que la larve devient assez grande et que ses pièces buccales deviennent assez puissantes, lui permettant éventuellement de commencer à ronger les boutons floraux de l'extérieur.

○ La majorité des chenilles de la teigne de l'olivier se nymphosent dans les inflorescences, mais quelques-unes avancent sur les rameaux en direction du tronc jusqu'à ce qu'elles trouvent un refuge dans l'écorce. Une fois formée, la chrysalide reste au repos durant une dizaine de jours. Puis, les premiers papillons éclosent pendant le stade de la floraison de l'olivier et les autres au moment de la nouaison. Par temps favorables (hautes températures), les teignes de l'olivier débutent leur ponte au bout de quelques heures.

▪ **La génération carpophage (se nourrit des fruits) :** la dernière génération (carpophage) se développe dans les fruits, Après la nymphose de la génération précédente en mi-juin, le papillon vont pondre sur le calice des jeune olive, les chenilles issues de cette dernière ponte vont pénétrer vers le centre de fruit jusqu'au noyau

○ Entre mi-mai et mi-juin, la teigne d'olivier dépose ses œufs à proximité du calice, généralement pas loin du pédoncule. Après un peu plus d'une semaine, la chenille, à peine éclos, se déplace en direction du fruit, en l'occurrence l'olive nouvellement formée. Elle avance souvent le long des conduites de la sève vers le noyau, endommageant ses conduites et générant la chute du fruit.

○ Pendant la saison estivale, la larve pénètre à l'intérieur du noyau de l'olive qui lui sert de source de nourriture jusqu'à l'achèvement de son cycle de développement, soit environ 4 mois.

○ La chenille adulte de *Prays oleae* se faufile doucement vers l'extérieur de l'olive en direction du pédoncule. Elle quitte, ensuite, le fruit en provoquant sa chute. Le stade nymphal se déroule dans le sol.

○ Les premières chrysalides de la teigne de l'olivier apparaissent dès la fin du mois d'août jusqu'à mi-septembre. Une dizaine de jours plus tard, les papillons adultes commencent à surgir et au bout de quelques heures, sans perdre de temps, la ponte des œufs peut débuter. En fonction des températures et des conditions climatiques, la ponte peut éventuellement s'étendre jusqu'à mi-novembre.

La durée de la génération phyllophage est comprise entre 180 et 230 à 260 jours (Figure 14), la génération anthophage présente la durée la plus courte, en moyenne entre 45 et 55 jours (Figure 15) et la génération la durée moyenne est comprise entre 90 et 163 jours (Figure 16) (Arambourg, 1964).



Figure 14 : Génération phyllophage de la teigne de l'olivier (agrochem.es ; agroes.es, 2019 in Quadrado, 2020).

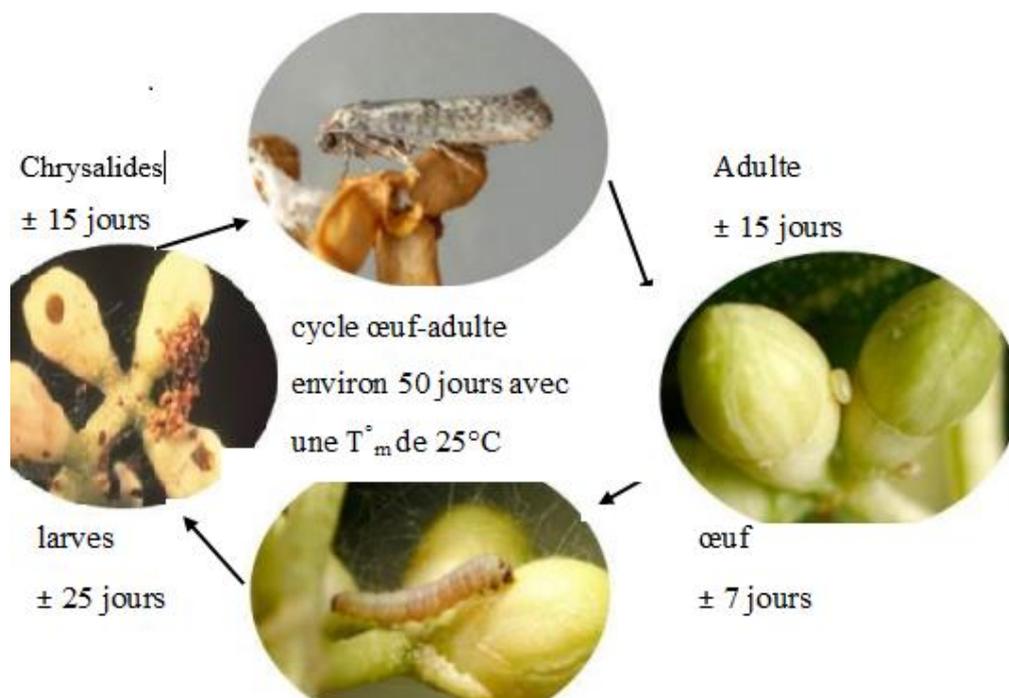


Figure 15 : Génération anthophage de la teigne de l'olivier (juntadeandalucia.es, 2019 in Quadrado, 2020).

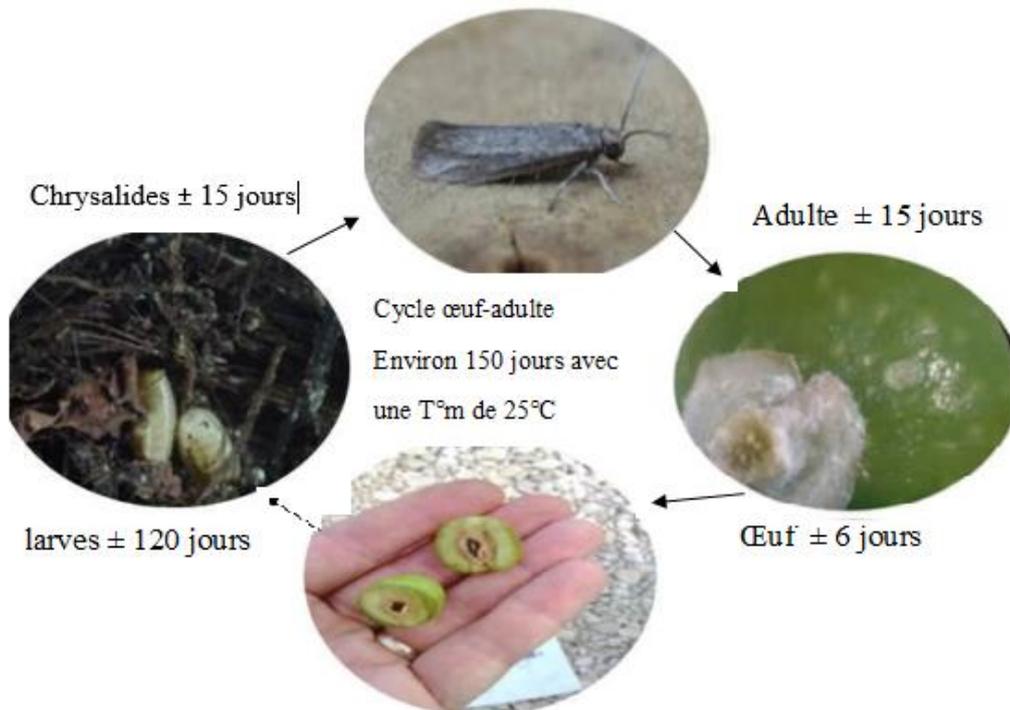


Figure 16 : Génération carpophage de la teigne de l'olivier (juntadeandalucia.es, 2019 in Quadrado, 2020)

La température et l'humidité relative jouent également un rôle important dans la régulation des populations *P. oleae* et sont largement responsables des différences d'intensité d'attaque entre les régions (Torres, 2007). Ainsi, à des températures supérieures à 35 °C, associées à une humidité relative inférieure à 50 %, peuvent augmenter la mortalité des œufs et des jeunes larves (Arambourg, 1986 ; Villa et *al.*, 2020).

2.3. Dégâts

Les dommages causés par ce lépidoptère sont la destruction des feuilles, des fleurs et la chute précoce des fruits deviennent plus évidents dans les années de faible récolte et peuvent compromettre la production annuelle, même le développement des oliviers les années suivantes (Arambourg, 1986).

Hegazi et *al.* (2009) estiment que les dégâts provoqués peuvent réduire la production de 30 à 40%, soit 8 à 11 kilogrammes par arbre des cultivars modernes. D'autre part, (AFIDOL, 2013) signalent que les chenilles de de la génération anthophage se nourrissent des boutons floraux, entraînant des problèmes de fécondation et de nouaison et la génération carpophage provoquant les dommages les plus importants, une chute massive et prématurée des olives en automne, qui peut atteindre 75% de la production.

Il est enfin utile de noter que la chute des fruits de l'olivier n'est pas forcément due aux attaques de la teigne de l'olivier. Elle peut éventuellement avoir d'autres origines.

2.4. Moyens de lutte

D'après Jardak et *al.* (2000), la taille appropriée à la fin de l'hiver et le retournement du sol sous la frondaison peuvent réduire les populations phyllophages et carpophage.

Selon Duyck (2010), il est souvent recommandé, avant de prendre la décision de lutter ou non contre la teigne de l'olivier, d'effectuer des piégeages afin de pouvoir suivre l'évolution des populations adultes et d'estimer l'ampleur de l'infestation. Cette technique permet, en outre, de connaître les générations anthophages et carpophages de *Prays oleae*, ce qui contribue à déterminer, suffisamment à l'avance, la meilleure période d'intervention.

Par ailleurs, la taille est l'une des techniques culturales les plus importantes pour limiter la population de la teigne de l'olivier. En effet, Pralavorio et *al.*, (1981) signalent qu'il est possible d'éliminer environ 25 % de la population de ravageurs, surtout lorsqu'elle est effectuée à la période où les larves et éventuellement les chrysalides de la génération phyllophage se développent. Cette technique, combinée à la chute naturelle des feuilles, pourrait être responsable d'une réduction de la population de ravageurs pouvant atteindre 40%.

De plus, Quadrado (2020), note que la conservation de l'arthropodofaune indigène est considérée comme particulièrement importante dans le cas de la teigne de l'olivier, compte tenu de la richesse et de la diversité de ses espèces de prédateurs et de parasitoïdes. De plus, d'après Paredes et *al.* (2013), la gestion de la couverture végétale en tant que stratégie de conservation biologique, qui favorise l'installation des auxiliaires naturels, peut augmenter leur abondance et l'aptitude des ennemis naturels, ce qui pourrait favoriser des taux plus élevés de prédation et de parasitisme des insectes nuisibles.

Parmi les ennemis naturels qui ont été identifiés pouvant contrôler ce ravageur, on peut citer les prédateurs : *Anthocoris nemoralis* (Hétéroptères : Anthocoridae), *Chrysoperla carnea* (Neuroptera : Chrysopidae), et des groupes tels que les araignées, les fourmis et les mirides. Dans ce contexte, Paredes et *al.* (2019) ont démontré que l'efficacité des ennemis naturels dans la réduction des dommages causés par les ravageurs a été estimée entre 2,6 et 14,4 fois % plus efficace contrairement à l'application de Diméthoate. De plus, les résultats de Nave (2017) montrent que les hyménoptères parasitoïdes étaient responsables de 43 % de la mortalité moyenne des individus de la teigne de l'olivier. D'autre part, Bento et *al.* (2007) exposent quelques espèces parasitoïdes potentiellement importantes pour la lutte biologique contre *P. oleae* : *Ageniaspis fuscicollis*, *Chelonus Pnigalio agraulis*, *Élasmus fllabellatus*.

3. La Cochenille violette

Parlatoria oleae est une espèce polyphage, dont les principaux hôtes sont les oliviers et les agrumes (Passos-Carvalho et al., 2003). Elle appartient à l'ordre des Hémiptères et à la famille des *Diaspididae*. C'est un suceur de sève, se trouvent sur diverses parties de leurs hôtes comme les feuilles, les brindilles, les branches et les fruits (Kondo et al., 2008). C'est une cochenille parmi celle fabriquant un bouclier, une carapace ou encore protégeant leur ponte dans des sacs de cire appelés ovisacs (Kreiter et al., 2005).

3.1. Description

Les œufs et les stades immatures sont roses à violets. La femelle adulte, mesurant entre 1,0 et 2,0 mm de diamètre, est convexe, circulaire à elliptique, blanche à gris très clair avec des exuvies plus foncées, subcentrales à terminales (Benassy, 1986). La détermination de l'espèce se base exclusivement sur le pygidium, qui est pourvu de trois (3) paires de palettes bien développées. La coquille mâle est blanche, oblongue, d'environ 1,0 mm de long, avec une exuvie terminale jaune brunâtre souvent marquée de vert foncé et le mâle adulte est ailé (Ghauri, 1962 in Gharbi, 2021).

3.2. Biologie et cycle de développement

Les femelles ayant hiverné arrivent à maturité et commencent à pondre à la fin avril et au début mai (Daane et al., 2004). Après l'éclosion de l'œuf, la larve passe par un certain nombre de stades (3 stades pour la femelle et 5 stades pour le mâle) larvaires avant d'aboutir à la forme définitive, où l'individu sera capable de se reproduire (Balachowsky, 1939).

D'après Biche et Sellami (2011), sur le littoral méditerranéen algérien, dans un bioclimat subhumide à humide, la cochenille violette manifeste deux générations par année : Une génération printanière et une automnale. La première génération de *Parlatoria oleae* contamine essentiellement les feuilles mais n'est pas aussi dangereuse que la seconde. Cette dernière, outre les rameaux et les feuilles, arrive à se fixer sur les fruits à une époque où les olives sont presque mûres (Alexandrakis, 1979).

Le cycle biologique de *P. oleae* dépend des conditions climatiques de la région qu'elle colonise (Chafaa et al., 2013). En effet, Biche et Sellami (2011), indiquent que, parmi les facteurs qui influencent la présence du *P. oleae* : la température, l'humidité relative et la vigueur des arbres. De plus, Torres (2007) montrent que les températures qui favorisent le développement sont celles avec des valeurs maximales entre 22 et 30 °C et des valeurs minimales entre 10 et 14 °C. D'autre part, selon Civantos (1999), des températures supérieures à 35 °C, associées à une faible humidité relative, peuvent entraîner des taux de mortalité des nymphes nouvellement éclos supérieurs à 90 %.

3.3. Dégâts

La présence des cochenilles avec des densités élevées sur l'olive peut provoquer une défoliation et la mort des rameaux, et réduire fréquemment la productivité des arbres (Daane et *al.*, 2004). Par ailleurs, Benassy (1986) montre aussi que sa présence se traduit par la diminution de la qualité du fruit, rendant impossible à la commercialisation en provoquant une perte de rendement en huile pouvant dépasser 20%. L'infestation par la deuxième génération provoque des taches violettes prononcées sur le fruit vert (Daane et *al.*, 2004).

3.4. Moyens de lutte

Les pratiques culturales équilibrées jouent un rôle important dans l'olivieraie. Ainsi, la gestion du système de culture doit permettre d'optimiser des facteurs tels que l'aération et la pénétration de la lumière. En particulier, Torres (2007) indique que la taille doit permettre un éclairage et une circulation d'air adéquats dans la frondaison augment la mortalité en été. De plus, l'arrosage et la fertilisation, en particulier l'azote, doivent être appliqués en fonction des besoins de la culture, en ne favorisant pas une vigueur excessive des arbres.

Parmi les ennemis naturels, Daane et *al.* (2004) signalent que deux espèces de parasites introduits offrent un excellent contrôle de la cochenille des olives. *Aphytis maculicornis* (ectoparasite) a été introduit en 1952 et a fourni un bon contrôle dans certains vergers. *Coccophagoides utilis* (Doutt) a été introduit en 1957 ; en combinaison, les deux parasites assurent actuellement un contrôle biologique à grande échelle de la cochenille des olives. Pour sa part, Alexandrakis (1979) confirme que la lutte biologique par l'association des deux espèces de parasites *Aphytis maculicornis* et *Coccophagoides utilis* (Doutt) maintient le pourcentage de fruits attaqués au-dessous du seuil économique (1%). D'autres études en Algérie, notés par Biche (1987), montrent que l'espèce *Aphytis maculicornis* semble être plus efficace pour limiter la population de *Parlatoria oleae* et le taux de parasitisme le plus élevée se situe au cours du printemps par contre en période estival son maximum plafonne au mieux à 25%.

En ce qui concerne les prédateurs, ceux appartenant à la famille des *Coccinellidae* sont principalement les plus présents et efficaces (Santos et *al.*, 2010). Selon López-Villalta, (1999), dans des conditions normales, l'action de ces insectes entomophages, en particulier les parasitoïdes, est suffisante pour maintenir les populations de ravageurs à un niveau tolérable.

4. Le psylle d'olivier

Le psylle de l'olivier, *Euphyllura olivina*, est un ravageur commun dans tous les pays producteurs de l'olivier ; il provoque des dégâts importants sur les jeunes pousses et les organes florifères affectant ainsi la production (Ouguas *et al.*, 2010 ; Meftah *et al.*, 2014).

4.1. Description

L'œuf a une forme elliptique à extrémité antérieure plus au moins arrondie ; l'extrémité postérieure hémisphérique porte un pédoncule qui assure sa fixation aux tissus de l'hôte (Arambourg *et al.*, 1986 ; COI, 2007).

Le développement larvaire comprend cinq (5) stades qui se différencient par des caractères morphologiques de taille, par le nombre d'articles antennaires et par la présence et l'importance des fourreaux alaires (Arambourg *et al.* 1986). D'après Chermiti (1983), la durée de pré-oviposition est de l'ordre d'une semaine et la longévité moyenne de l'insecte est de 3 mois.

L'adulte est de petite taille (environ 2 à 3 mm), de forme massive et trapue. Il est exclusivement terrestres et phytophage ; les pièces buccales sont de type piqueur-suceur ; les pattes postérieures sont adaptées au saut ; les ailes sont bien développées et pliées en toit au-dessus du corps au repos (Arambourg *et al.* 1986).

Les caractères d'identification du psylle d'olivier sont illustrés dans la Planche 17.

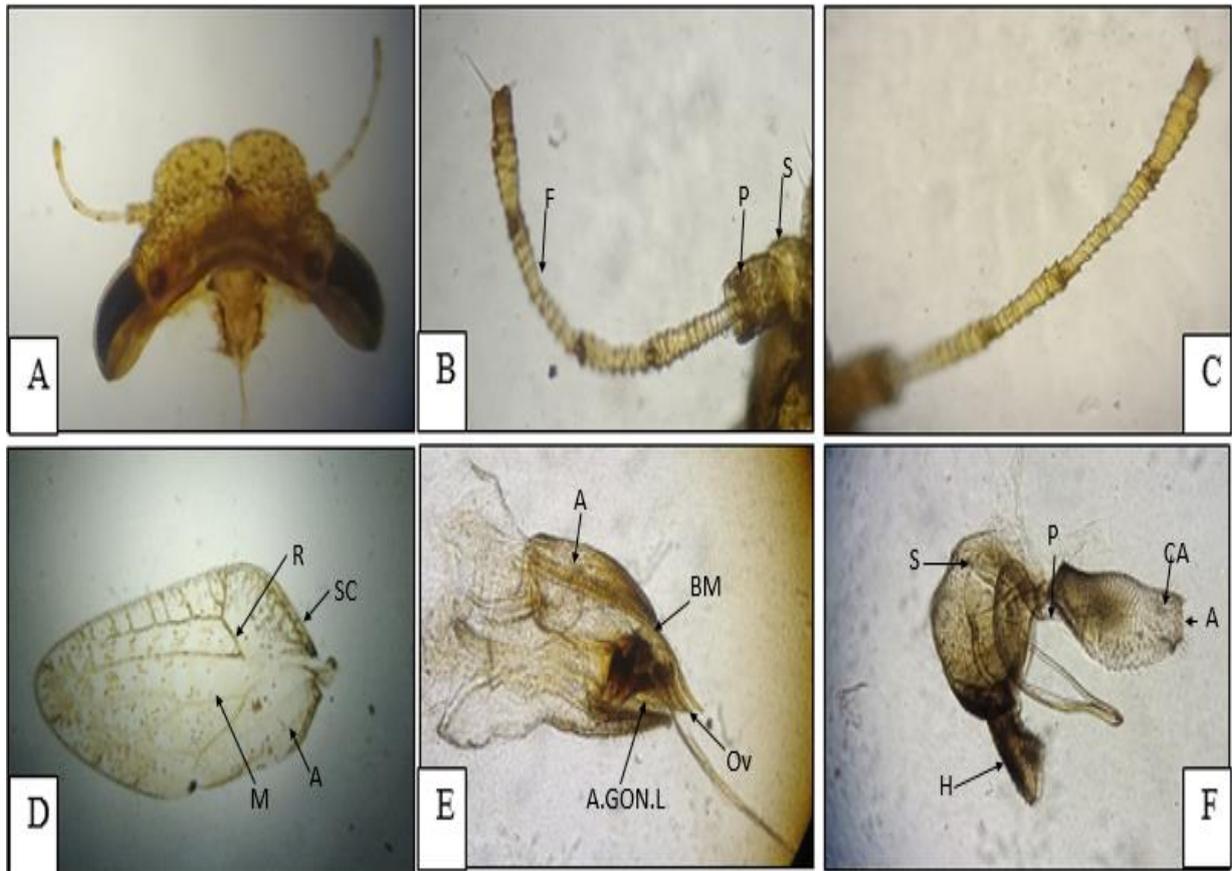


Planche 17 : Caractères d'identification d'*E. olivina*

(A : tête, B et C antennes (S; scape, P; pédicelle et F; flagelle), D : aile (A: Anale; M: Médiane; R : Radiale; SC: Sous costale), E : génitalia femelle (A: Anus, A.GON.L: Ailes des gonapophyses latérales ; BM :Baguette médiane, Ov : Oviscapte) F : génitalia male (A : Anus; CA: Cone anal ; H : Harpagone ; P : Penis ; S: Stigmate)
(Originaux).

4.2. Biologie et cycle de développement

L'insecte se développe en passant par 7 écophases, l'œuf, 5 stades larvaires et l'adulte (mâle et femelle) (Figure 18) (Arambourg, 1964).

La biologie d'*E. olivina* (Figure 19) est étroitement liée à celle de la plante hôte et aux conditions climatiques dont principalement la température. En effet, ces deux facteurs jouent un rôle déterminant dans l'explosion démographique ou la disparition des populations du ravageur (Chermiti, 1983 ; Ksantini, 2003). La reprise de l'activité des femelles coïncide avec celle de la croissance végétative de la plante hôte (Chermiti, 1989). Les œufs sont déposés entre les ébauches foliaires des bourgeons terminaux et axillaires et même insérés entre le calice et la corolle des boutons floraux non encore épanouis (Arambourg *et al.*, 1986). En effet, Ksantini (1986) et Chermiti (1989) ont observé que les températures élevées, associées

à des humidités relatives faibles, entraînent une forte mortalité des œufs et des larves et même un arrêt de ponte chez les femelles d'*E. olivina*.

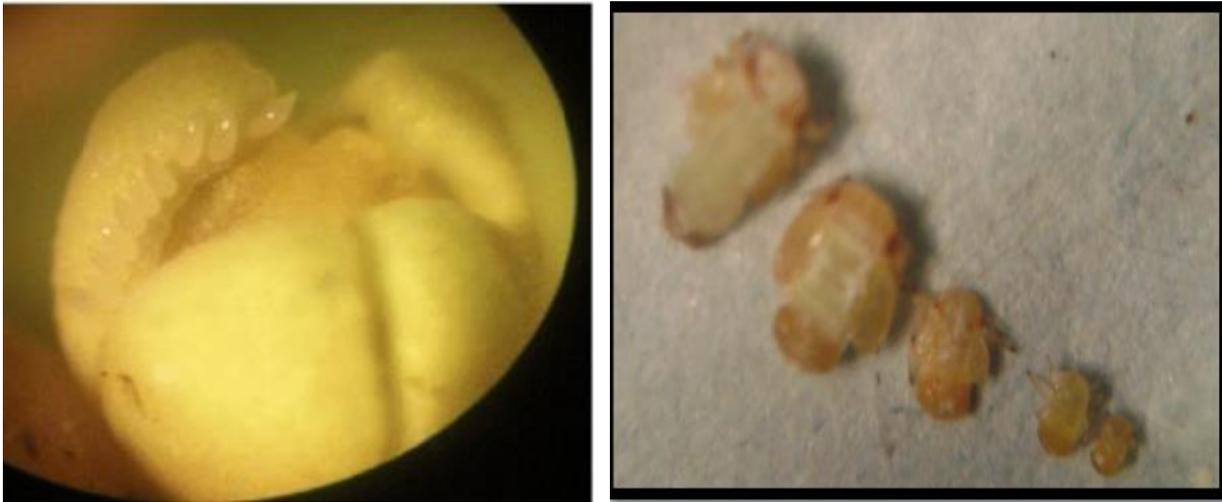


Figure 18 : Ponte du psylle sur la corolle et les cinq stades larvaires *E. olivina* (Laoudi, 2014).

Le nombre de générations annuelles est variable selon la région oléicole et les conditions climatiques (Chermiti, 1983). Chermiti (1989) a observé deux générations printanières et une facultative dans la zone oléicole du France. Trois générations de psylles de l'olivier se produisent annuellement en Tunisie (Arambourg, 1964 ; Chermiti, 1983 ; Ksantini, 2003). En Algérie, deux générations par an, au printemps, peuvent se succéder dans la région du Mascara (Guessab et *al.*, 2021) et trois génération dans la région Tizi-ouzou (Laoudi, 2014). La troisième génération (automnale) peut se développer lorsque la température descend au-dessous de 27°C ; elle peut aussi résulter des pluies qui permettent une reprise de la végétation des oliviers (Arambourg et Chermiti, 1986).

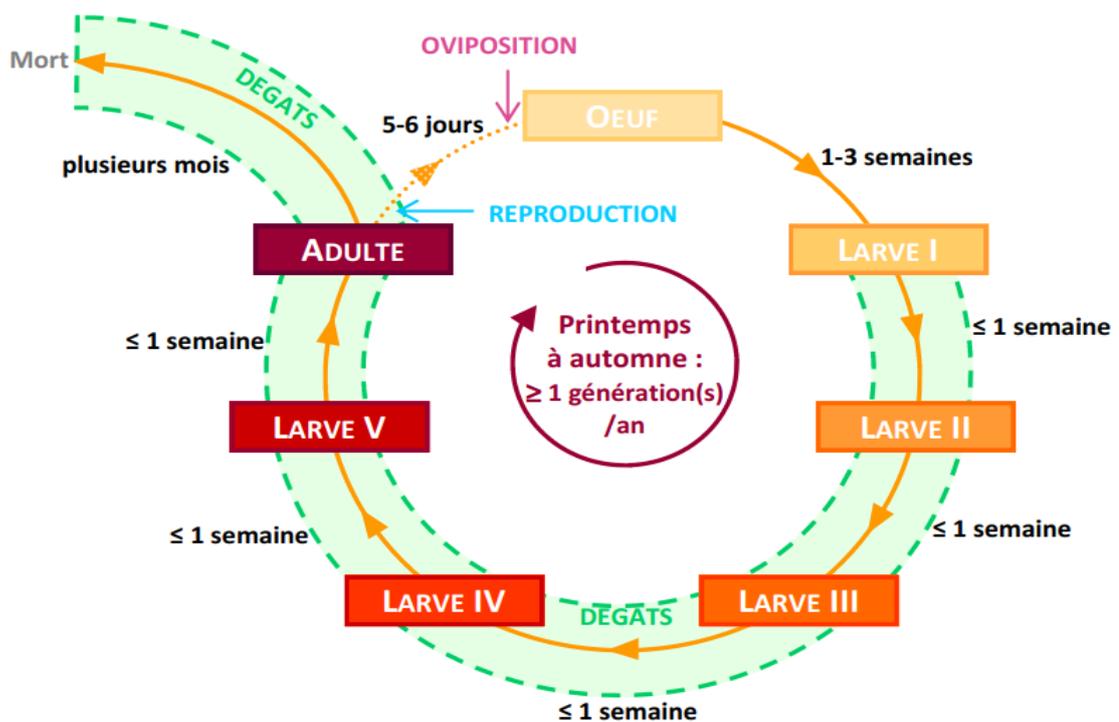


Figure 19 : Cycle de développement du psylle d'olivier (Laget *et al.*, 2015).

4.3. Dégâts

Les larves sécrètent des flocons cotonneux et du miellat favorisant l'installation d'un champignon ectoparasite *Capnodium oleaginum*, altérant la photosynthèse de l'arbre et diminuant ainsi la production de l'arbre (Arambourg *et al.* 1986). Aussi bien à l'état larvaire qu'imaginal, *E. olivina* ponctionne une partie de la sève grâce aux stylets insérés dans le rostre et altère le développement normal de l'organe végétal dont il se nourrit, se traduisant ainsi par la stérilité des fleurs (Jardak *et al.* 1985) ; de plus, selon Chermiti (1983) et Afidol (2013), la chute des inflorescences se traduit par la réduction du taux de nouaison et des fruits.

Par ailleurs, Jardak *et al.* (1985) montrent qu'une densité de 10 individus par grappe florale constitue le seuil de nuisibilité économique du psylle de l'olivier. D'autre part, Arambourg (1986) estime que plus de 30 larves par grappe florale peuvent provoquer une baisse de 50 à 60% de la récolte. D'après Chermiti (1992), des infestations de 5 larves par grappe florale, entraînent une chute des inflorescences de 32 % et une perte en fruits de l'ordre de 46 fruits par 100 grappes.

En général, selon COI (2007), le seuil de tolérance économique est de l'ordre de 2,5 à 3 larves par 100 grappes florales, correspondant à un taux d'infestation des grappes variant de 50 à 60 %

4.4. Moyens de lutte

D'après Ksantini (2003) et COI (2007), l'application d'une taille appropriée visant l'aération de l'arbre et notamment des bouquets floraux est importante. L'élimination des rejets et des gourmands en été et en automne-hiver.

Le recours à la lutte biologique constitue le moyen de protection le plus prometteur, particulièrement en arboriculture fruitière (Paredes et *al.*, 2015 ; Kumar et *al.*, 2018). Les prédateurs et parasites rencontrés dans les oliveraies sont nombreux et peuvent s'attaquer aux ravageurs à différents stades de leur développement. Parmi les organismes utiles, il y a lieu de citer *Anthocoris nemoralis* à l'état adulte et larvaire qui représente 49 % du nombre total des ennemis naturels (Gharbi et *al.*, 2012). Ces mêmes auteurs indiquent que cette punaise, peut être utilisé comme agent régulateur efficace, apte à limiter ou à diminuer l'action dévastatrice des phytophages tels que *Euphyllura olivina*, *Prays oleae* et *Saissetia oleae*. D'autre part, Campos (2001) note que *Chrysoperla carnea* est également un insecte polyphage qui se développe sur l'olivier. Les larves de ce prédateur constituent des ennemis redoutables des larves du psylle.

Selon la littérature scientifique, le psylle de l'olivier est couramment consommé par plusieurs espèces de prédateurs généralistes (*Anthocoridae*, *Chrysopidae*, *Coccinellidae* et *Miridae*) et attaqué par de nombreux parasitoïdes : *Psyllaephagus Euphyllurae* (Masi) (Hyménoptères : *Encyrtidae*), *Alloxista eleaphila* (Hyménoptères : *Cynipidae*) (Ksantini, 2003 ; Gharbi et *al.*, 2012). Ces ennemis naturels ont un rôle important dans la lutte biologique contre le psylle de l'olivier mais leur efficacité dépend fortement des conditions climatiques et des interventions humaines (Chermiti, 1989).

5. Le Thrips d'olivier

Le thrips de l'olivier est considérés à la fois comme un ravageur cible et un agent de lutte biologique (Mills, 1991). *Liothrips oleae* est un ravageur secondaire dans de nombreuses zones oléicoles du bassin méditerranéen (Haber et Mifsud, 2007) et est rarement considéré comme nuisible pour les organes végétatifs (feuilles et pousses) et les structures reproductives des plantes (drupes) (Vono et Marullo, 2020).

5.1. Description

Le genre *Liothrips* est l'un des plus grands de l'ordre des *Thysanoptera*, incluant environ 230 espèces. Les Thrips sont des insectes de 2.5 à 3 mm de long, qui piquent les organes végétaux pour se nourrir du contenu des cellules. Les ailes dépourvues de nervation, du groupe des Tubulifères. Les larves sont dépourvues d'ailes, leur corps est allongé, de couleur jaune, rouge, brune ou noire, et elles se déplacent lentement (Hmimina, 2009).

Le thrips de l'olivier dépose ses œufs le long des nervures des feuilles, sans les enfoncer dans les tissus. Les adultes sont souvent ailés (certaines espèces sont néanmoins aptères) : on les identifie grâce à leurs ailes frangées de soies, d'aspect plumeux, ainsi qu'à leur cône buccal de type piqueur suceur (Cirillo, 2018).

5.2. Biologie et cycle de développement

En général, il existe trois générations annuelles. Le cycle biologique de l'espèce coïncide avec le début du printemps quand les températures dépassent les 15-18 °C. Habituellement, en avril, après l'accouplement, un grand nombre de mâles apparaissent, tandis que les femelles sont présentes pendant la période de ponte, en mai ; une femelle pond environ 200 œufs qui éclosent après environ 15 jours. Les jeunes nymphes vivent grégaires sur de tendres pousses et feuilles. L'apparition des adultes survient après 18/20 jours (Hoddle, 1999) (Figure 20).

La première génération adulte apparaît début juillet et une deuxième génération au milieu du mois. Les juvéniles diminuent de mi-août à fin septembre. En automne, les femelles adultes pondent leurs œufs dans l'écorce des plantes ou sur la partie inférieure des feuilles près de la nervure principale. Les adultes hivernent dans les galeries opérées par les Coléoptères Scolitides et dans d'autres lieux abrités des plantes, à partir du mois de novembre (Silvestri, 1934 ; Cirillo, 2018).

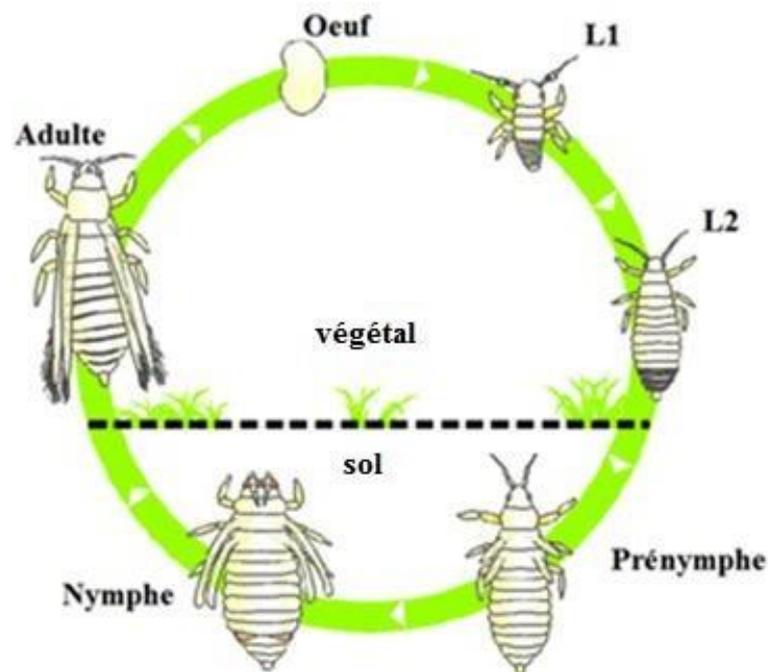


Figure 20 : Cycle biologique de la famille des *Thripidae* (S.O des Térébrants) (Hoddle, 1999)

5.3. Dégâts

Les dommages aux bourgeons floraux et aux jeunes pousses d'olivier sont causés par les blessures alimentaires des adultes et des nymphes et consistent en des piqûres nécrosées, une dessiccation et une déformation.

La nécrose peut également être observée sur les drupes, et les jeunes pointes de fruits sont sujettes aux gouttelettes, tandis que les plus grosses drupes ont les parties affectées desséchées semblables à des incrustations et ne sont plus utilisables pour l'extraction d'huile (Figure 21) (Vono et Marullo, 2020).



Figure 21 : Dégâts de piqûres de *L. oleae* sur feuilles, drupes et pousses (Vono et Marullo, 2020).

5.4. Moyens de lutte

La lutte contre ce ravageur consiste à la prévention, les pièges et la lutte chimique, la lutte biologique intégrée.

Selon Civantos (1995), la prévention repose sur un principe simple, l'humidification. Les thrips ne prospéreront pas s'il y a suffisamment d'humidité. Par temps chaud et sec de mai à l'été, une pulvérisation régulière des feuilles des plantes moins sensibles à la cryptogamie peut suffire à prévenir l'invasion.

D'après Cirillo (2018), le seuil d'intervention indicatif est de 10% de germes infestés dans la première génération. Les produits phytopharmaceutiques autorisés en agriculture biologique contiennent du pyréthroïde comme ingrédient actif, mais peuvent aussi être utilisés : Deltaméthrine ; Acéphate ; Diméthoate, Le traitement doit respecter l'entomofaune utile.

La lutte biologique intégrée est intéressante. En effet, Civantos (1995) recensent quelques prédateurs naturels contre les Thrips : certaines punaises (plusieurs espèces du genre *Orius*) dont *Anthocoris nemoralis*, certains acariens (comme *Amblyseius cucumeris*) et *Tretrastichus gentilei* et un nématode (*Steinernema feltiae*). Les pièges (plaques collantes de couleur bleue, blanche ou jaune) sont également efficaces pour éliminer les adultes.

MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique

La wilaya de Mascara, délimitée par 2°, 11 de longitude et 35°, 26 de l'altitude, au Nord-Ouest de l'Algérie, s'étend sur une superficie de 5889,11 km². Sa vocation principale est l'agriculture. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Mostaganem et Oran ; au sud par la wilaya de Saida ; à l'Est par les wilayas de Relizane et Tiaret et à l'Ouest par la wilaya de Sidi Bel Abbas. Elle compte 16 daïras et 47 communes. La superficie agricole utile est de 98100 ha dont 1301 ha irrigués.

Elle fait partie intégrante de la région du Tell qui s'étend sur une superficie de 5889.11 Km². Elle est à vocation agricole et divisée en quatre zones homogènes en fonction des données physiques naturelles (Figure 22) qui sont :

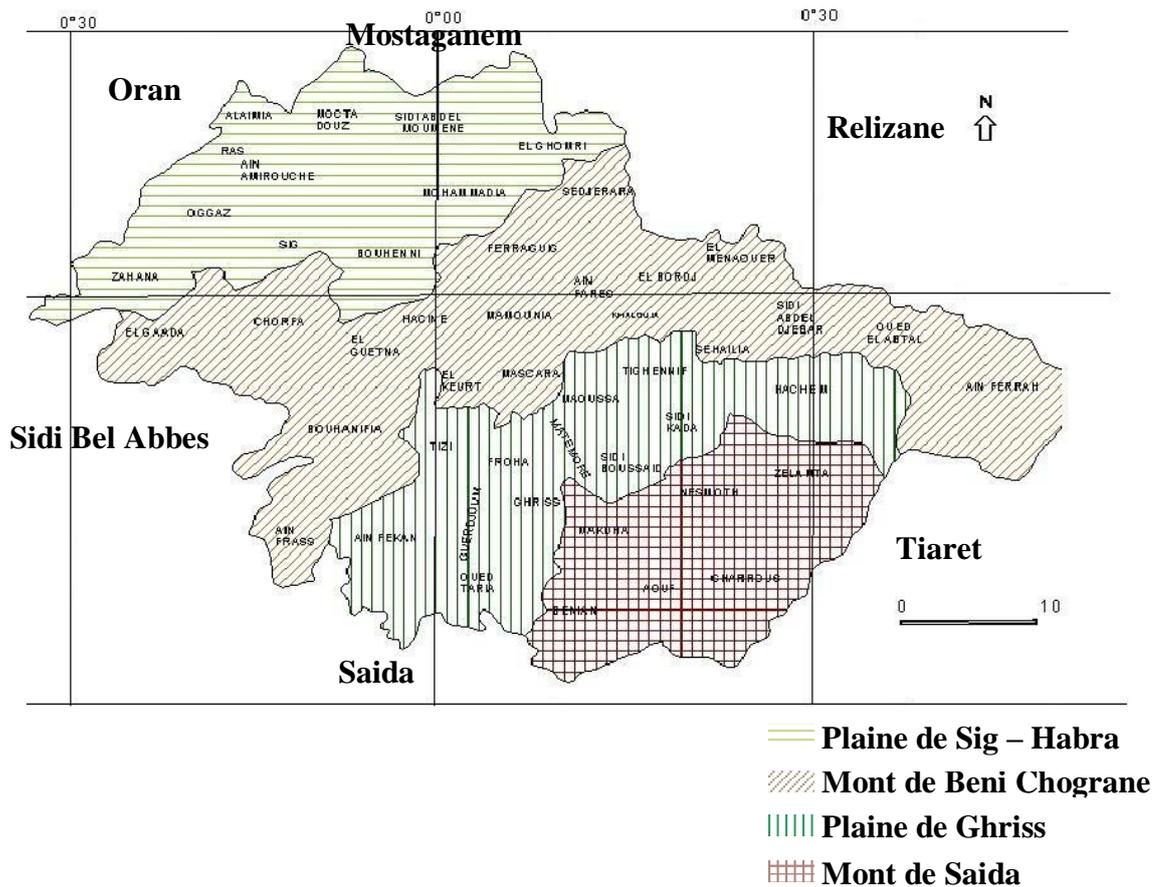


Figure 22 : Situation géographique de la wilaya de Mascara

- ① Les plaines de Sig et de Habra au nord, couvrent 25 % du territoire de la Wilaya ;
- ② Les monts des Beni-Chougrane en amont, couvrent 32 % du territoire de la Wilaya ;
- ③ La hautes plaine de Ghriss au centre, couvrent 27 % du territoire de la Wilaya ;
- ④ Les monts de Saïda au sud, couvrent 16 % du territoire de la Wilaya.

Les altitudes de la région varient de 0 à 1200 m. La région est soumise à des conditions climatiques contraignantes, caractérisées par de forts contrastes saisonniers et des irrégularités pluviométriques très marquées (Bekkoussa et *al.*, 2016). La première vocation de la Wilaya de Mascara, l'agriculture est renommée pour l'abondance et la qualité de ses produits (DRC, 2015).

1.2. Facteurs biotiques

1.2.1. Diversité botanique de la région d'étude

Le couvert végétal reflète généralement les conditions environnementales (Faurie et *al.*, 1984). Selon Queney (1937), les espèces dominantes sont celles des plaines du Tell avec quelques éléments montagnards et quelques éléments steppiques. Nous distinguons dans la végétation naturelle quatre groupe de formation ou strates : une strate arborescente, une strate frutescente, une strate sous-frutescente et une strate herbacée. Ces strates sont fortement modifiées ou dégradées par l'homme et ses troupeaux. Selon la conservation des forêts de Mascara, les principales essences forestières caractéristiques de la wilaya de Mascara sont : Le chêne vert, Le chêne liège (forêt de Nesmoth), le Pin d'Alep, l'Olivier-lentisque et Thuya ou faciès à thuya. Elles sont constituées également par l'arboriculture fruitière et la viticulture qui occupent une superficie de 23820 ha dominée par l'olivier, les agrumes et la vigne (DSA Mascara, 2020).

Les cultures céréalières et les légumineuses sont largement cultivées sur les sols profonds et de faible pente au sud-ouest et au nord-est de la région ; elles occupent une superficie de 82670 ha. Les cultures maraichères sont pratiquées surtout à proximité des oueds ou des puits pour permettre leur irrigation.

D'après Righi et *al.* (2003), on trouve dans les prairies une flore composée essentiellement d'Astéracée, de *Brassicaceae*, de *Borraginacée*, de *Lamiaceae*, de *Fabaceae* et d'autres comme le *Malvaceae*, *Resedaceae*.

1.2.2. Diversité faunistique

Plusieurs travaux réalisés dans la région de Mascara ont montré la diversité et la richesse de l'entomofaune (Assia, 2004 ; Righi, 2003 ; Moutassem, 2005 ; Si Tayeb et Sehnoun, 2006). Assia (2004) a dénombré 176 espèces d'insectes dans un vignoble ; de plus, Righi (2003) a révélé la présence de 140 espèces dominées par les Diptères et les Coléoptères. Par contre, Moutassem (2005) recense le plus grand nombre d'espèces (330) d'insectes appartenant à 49 familles et 14 ordres.

D'autre part, toujours dans les vergers oléicoles, Si Tayeb et Sehnoun (2006) comptent 270 espèces réparties sur sept ordres importants : les Coléoptères, Hyménoptères, Diptères, Homoptères, Lépidoptères et les Orthoptères.

1.3. Facteurs climatiques

D'après Dreux (1980), tout être vivant est influencé par un certain nombre de facteurs notamment abiotiques comme les facteurs climatiques tels que la température, la pluviométrie, les vents et l'humidité. Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes écologiques. Il joue donc un rôle très important dans la dynamique des populations des insectes ; en effet, les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie que sur les limites bien précises de température, de pluviométrie et humidité.

La région de Mascara a un climat de type méditerranéen, se caractérisant par la semi-aridité avec des précipitations annuelles moyennes oscillant entre 350 et 450 mm et avec des hivers doux et des étés plutôt chauds par rapport aux autres régions (Belhadi et *al.*, 2008). La région souffre de gelées d'une durée moyenne de 22 jours par an, une sécheresse causée par une baisse de 40 % des précipitations au cours des 25 dernières années (avec une moyenne de 300 à 400 mm). Ces deux phénomènes ont entraîné une réduction de plus de 60 % du périmètre d'irrigation et du rendement dans la région.

Pour cela, les études climatiques de la région se basent sur des données obtenues entre 2009 et 2021.

1.3.1. Les températures

Les températures, second facteur climatique, sont importantes et conditionnent en grande partie la répartition des végétaux et le cycle de développement des animaux. Elles agissent directement sur le climat et interfèrent avec les autres facteurs météorologiques et biogéographiques.

L'analyse de la température est faite sur 13 ans (2009 – 2021). La température annuelle moyenne pendant cette période est de 17.7°C. Les mois les plus froids dans la région d'Oued Taghia étant le mois de janvier, février et décembre avec une moyenne de 4°C. Par contre, les mois les plus chauds sont juillet et août, avec une moyenne de 37°C (Tableau 6 - Figure 23).

Tableau 6 : Température maximale, minimale et moyenne en °C (Période 2009-2021) à la Station d'Oued Taghia

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T(°C)Moy	8,79	9,89	12,4	14,8	19,7	24	28,5	28,2	23,5	19	13,3	10,3
T(°C)Max	14,1	16,5	19,1	22,8	27,8	32,7	37,4	37,1	31,5	27	19,7	16,8
T(°C)Min	3,49	3,94	6,12	7,82	11,5	15,6	19,5	19,5	16,1	11,7	8,02	4,96

(Source : Tutiempo, 2021)

TM : Moyennes mensuelles des températures maximales.

Tm : Moyennes mensuelles des températures minimales.

Tmoy. : Moyennes des températures mensuelles.

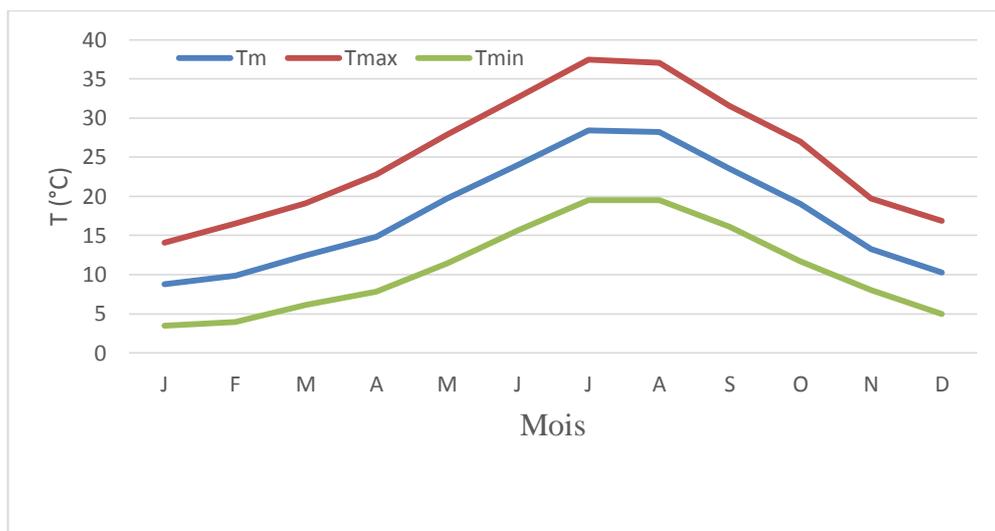


Figure 23 : Courbes des différentes températures à la Station Oued Taghia (2009-2021).

1.3.2. Les précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984). Selon Mercier (1999), l'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique. La pluviométrie agit sur la vitesse du développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité. Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune (Dajoz, 1996).

La répartition annuelle des précipitations est donc importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue.

Généralement, le climat de la région de Mascara se caractérise essentiellement par sa douceur et des précipitations faibles, mais surtout mal réparties et irrégulières d'une année à l'autre, avec une totale de 400 mm par an.

Dans la région d'Oued Taghia, le cumul des précipitations, durant le période 2009-2021, est de 345.75 mm (Tableau 7 - Figure 24). Globalement, la pluviométrie est irrégulièrement répartie d'année en année, l'année 2013 et 2018 sont les années la plus pluvieuses (500mm) ; par contre, les années 2020 et 2021 sont les plus sèches avec respectivement des précipitations de l'ordre de 217,65 et 183,86mm. Les mois les plus pluvieux sont janvier et avril avec 60 mm. Le minimum des précipitations coïncide avec les mois d'été (juillet, août) qui ne reçoivent que des quantités faibles.

Tableau 7: Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (2009-2021).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	60,23	34	48,7	59,18	19,65	14,22	1,8	6,05	19,94	28	53,95	43,82

(Source : Tutiempo, 2021)

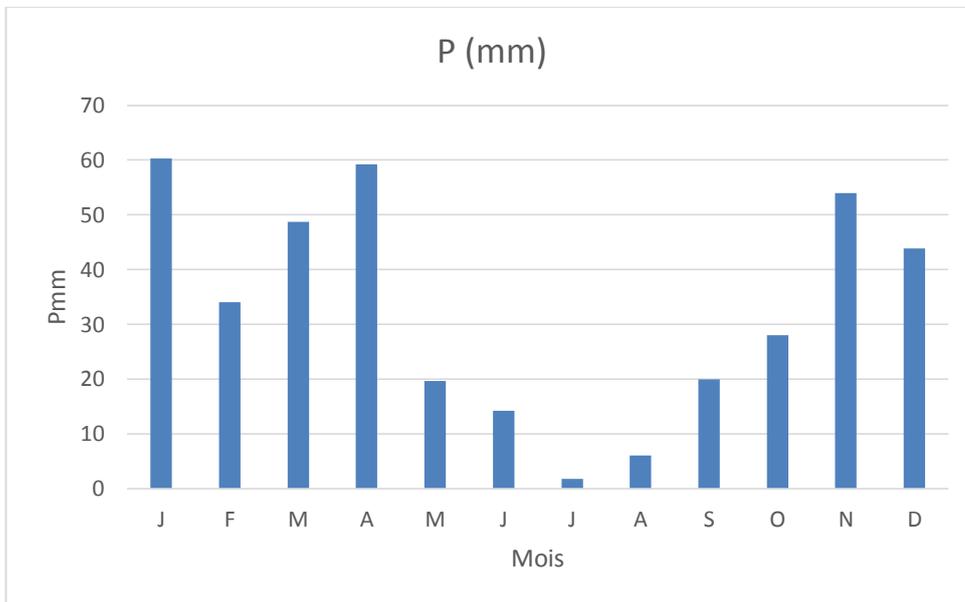


Figure 24 : Histogramme représentant la pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'Oued Taghia (Période : 2009-2021).

1.3.3. L'Humidité relative

L'humidité relative est exprimée en pourcentage et est définie comme le rapport entre la teneur réelle en eau de l'air et la capacité d'absorption à une température donnée. L'humidité relative moyenne dans la région de Oued Taghia (Tableau 8 – Figure 25), durant la période 200-2021, a varié entre 39,8 % (Juillet) et 73,4 % (Décembre).

L'humidité est très élevée en Janvier, Février, Mars, Novembre et Décembre ; en revanche, elle très faible à partir de Mai

Tableau 8 : Humidités relatives mensuelles moyennes (%) au niveau de la région d'Oued Taghia (Période 2009-2021).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H%	68,6	70,6	69,4	65,9	55,1	47,3	39,8	43,2	55,5	58,4	69,7	73,4

(Source : Tutiempo, 2021)

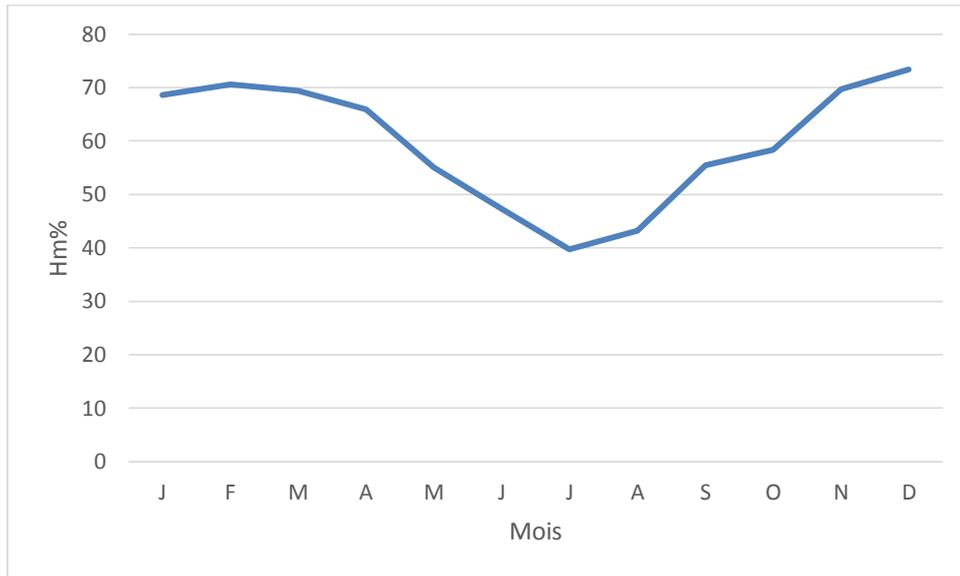


Figure 25 : Humidité relative moyenne de la région d'Oued Taghia (Période : 2009-2021).

1.3.4. Le vent

Le mouvement des arthropodes est fortement entravé par le vent, ce qui affecte leur comportement (Dajoz, 1996). La région d'Oued Taghia est caractérisée par des vents dominants qui sont ceux du Nord-Est et du Sud- Ouest, froid en hiver et très sec en été. De plus, le sirocco, un vent chaud et sec provoque une augmentation de la température et une chute de l'humidité atmosphérique ; il est très remarquable durant les mois d'Avril, Mai et les mois de l'été. La vitesse moyenne, pour la période 2009-2021, est de 10.90 km/h (Tableau 9).

Tableau 9 : Valeurs de la vitesse moyenne des vents exprimées en kilomètres par heures dans la région d'étude (Période : 2009-2021).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vkm/h	11,2	12,6	11,7	11,05	11,1	10,95	10,85	10,36	9,59	10,54	11,09	9,6

(Source : Tutiempo, 2021)

1.3.5. La gelée

Dans la région de Mascara, la gelée s'étale surtout de Novembre jusqu'à la fin de Mai. Elle est à craindre pendant le printemps car elle cause beaucoup de dégâts surtout aux bourgeons en croissance.

Le tableau 10, ci-dessous, présente les valeurs moyennes du nombre de jours de gelées, durant l'intervalle de la période : 2009-2021, pour la région d'étude.

Tableau 10 : Nombre de jours de la gelée par mois (période 2009/2021)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
Nombre de jours	00	00	00	03	02	01	02	00	00	00	00	00	08

(Source : Tutiempo, 2021)

1.3.6. Synthèse climatique

Le climat d'une station particulière résulte de l'interaction de nombreux facteurs, notamment les températures et les précipitations. De nombreuses indices et formules ont été développés pour le caractériser ; Le diagramme ombrothermique de Gaussen et le quotient pluviométrique Emberger permet synthétiser ces données.

Notre synthèse climatique, sur la période de 2009-2021, est basée essentiellement sur les points suivants :

- ✓ Déterminer la période sèche en utilisant le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1953) ;
- ✓ Déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude à partir du diagramme pluviométrique d'Emberger (1963).

1.3.6.1. Diagramme Ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls permet de définir la période sèche. Pour cela, nous avons placé, sur le même graphe, les valeurs moyennes des précipitations P (mm) et des températures T (°C) en double ordonnées ou l'échelle des précipitations est égale au double de l'échelle des températures (P=2T), et les mois de l'année en abscisse. La zone comprise entre la courbe pluviométrique et celle de températures constitue la zone sèche. On considère que le mois est sec si $P \text{ (mm)} < T \text{ (}^\circ\text{C)}$.

D'après le diagramme de la figure 26, la saison sèche dans la région d'Oued Taghia montre l'existence de deux périodes, l'une sèche et l'autre humide. La période de sécheresse est longue et s'étale sur six mois, allant de la mi-Avril jusqu'à la fin d'Octobre. La période humide est relativement courte et dure cinq mois et demi ; elle commence au début novembre et s'achève à la mi-avril.

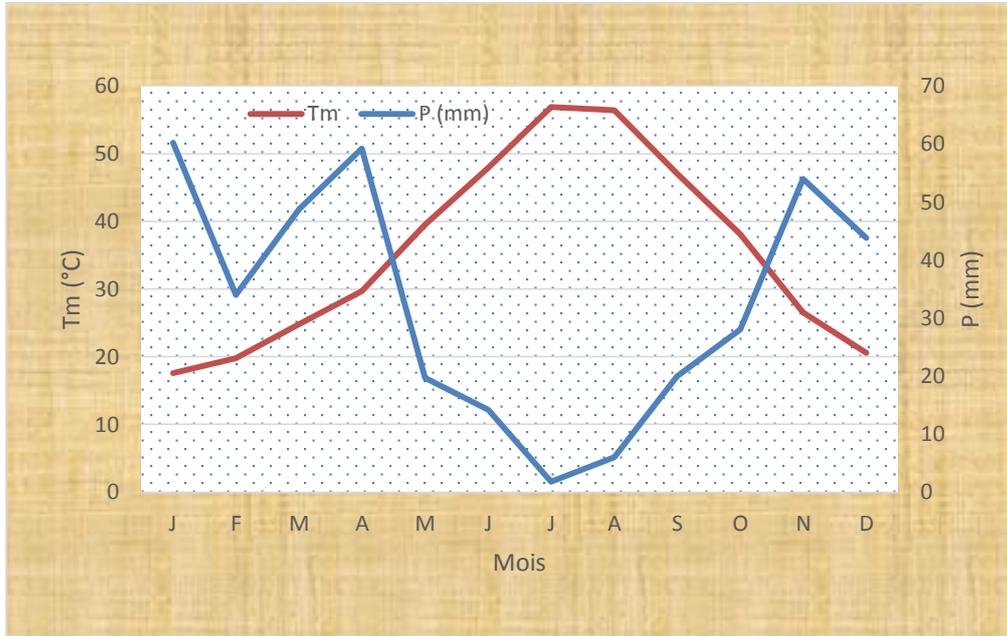


Figure 26 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'Oued Taghia (Période : 2009-2021).

1.3.6.2. Climagramme d'EMBERGER

Selon Mutin (1977), le Climagramme d'Emberger est défini par un quotient pluviométrique qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen. Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. Cet indice, couramment utilisé, tient compte de la température et de la pluviométrie, qui se calcule par la formule suivante :

$$Q_2 = 3.43 * P / M - m$$

P : précipitations moyennes annuelles.

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C.

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C.

Le tableau suivant (11) montre une valeur de Q2 de 34.97, ce qui indique que la région d'Oued Taghia est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré (Figure 27).

Tableau 11 : Quotient pluviothermique d'Emberger calculé pour la région d'étude et l'étage bioclimatique correspondant

Région	P mm	M (°C)	m (°C)	Q2	Etage bioclimatique
Taghya	345.75	37.4	3.49	34.97	Semi-aride tempéré

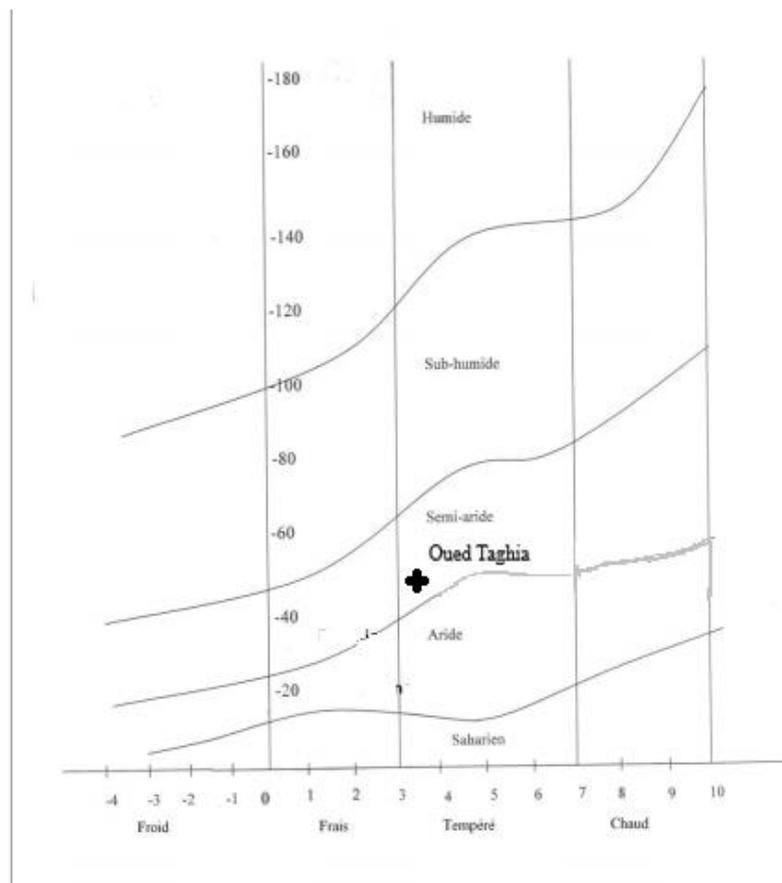


Figure 27 : Position de la région d'étude sur le Climagramme d'Emberger

2. Présentation de la station d'étude : Oliveraie d'Oued Taghia

2.1. Critères de choix du verger d'étude

Le travail expérimental a été réalisé dans une oliveraie de la commune d'Oued Taghia (Wilaya de Mascara). Ce verger n'a subi aucun traitement phytosanitaire, ce qui nous a incités à le choisir comme site d'expérimental pour recenser l'arthropodofaune qui s'y trouve ; ainsi que l'accessibilité, la disponibilité des moyens de transport et la présence de la variété Sigoise, choisie pour notre étude, en raison de sa prédominance dans notre région.

C'est dans ce contexte, que notre travail vise à étudier d'une part la biodiversité de l'entomofaune existante dans la région, et d'autre part la dynamique des populations qui s'y trouvent. De plus, nous avons testé quelques méthodes de lutte, notamment les méthodes culturales comme la taille et la fertilisation et son impact sur les ravageurs et sur le développement de l'olivier comme les paramètres morphologiques, le rendement et la qualité d'huile d'olive.

2.2. Description du verger d'étude

Le verger dans lequel cette étude a été réalisée, est situé à environ 1 km de la commune d'Oued Taghia [35°6'16" N, 0°0'33" E] et à une altitude de 471 m (Figure 28). Il a été installé en 2005, de forme presque rectangulaire et d'une superficie de 3 ha. Il comprend au total environ 460 oliviers répartis sur trois (3) variétés dont la Sigoise, qui est la plus dominante, chemlal et variété Sévillane. Les arbres sont conduits en forme extensive avec 8 m x 8m d'écartement. Les pieds d'olivier sont de taille moyenne, avec un diamètre de frondaison ne dépassant pas 5 m et une hauteur dépassant 5 m. Il est entouré d'une ligne de brise-vent, composé de cyprès *Cupressus sempervirens*. C'est un verger bien entretenu. Les opérations d'entretien sont bien pratiquées chaque année : irrigation, taille régulière (entre février et avril), fertilisation du sol avec des engrais azotés (urée 46%) sont divisées en deux apports de 0,8 kg par arbre. Le verger est cultivé de façon biologique, de sorte que les traitements chimiques sont absents.

Les pratiques culturales et les opérations d'entretien pratiquées au niveau de la parcelle d'étude peuvent se résumer comme suit :

- ✓ **Le travail du sol** (labour) : cette opération consiste à travailler le sol de façon superficielle sur toute la surface de la parcelle à l'aide d'une herse rotative ;
- ✓ **Le désherbage** et entretien au plus près et au pied des oliviers est réalisé dans le but d'éliminer les plantes adventices ; le passage de griffes se fait à partir de la fin avril jusqu'à la fin juillet pour limiter ainsi la concurrence hydrique ;

- ✓ **L'irrigation d'appoint** : est appliquée à la sortie de l'hiver ou au début de printemps pour favoriser un bon départ végétatif et obtenir de bonnes récoltes ;
- ✓ **La taille** : est effectuée convenablement, en supprimant les gourmands et formant des rameaux de remplacement à la base de ceux venant de fructifier ;
- ✓ **Les amendements** : c'est surtout la fumure du fond qui est incorporée au moment du labour de défoncement précédent l'hiver et de fumure d'entretien. Cette dernière est apportée tous les deux ans.

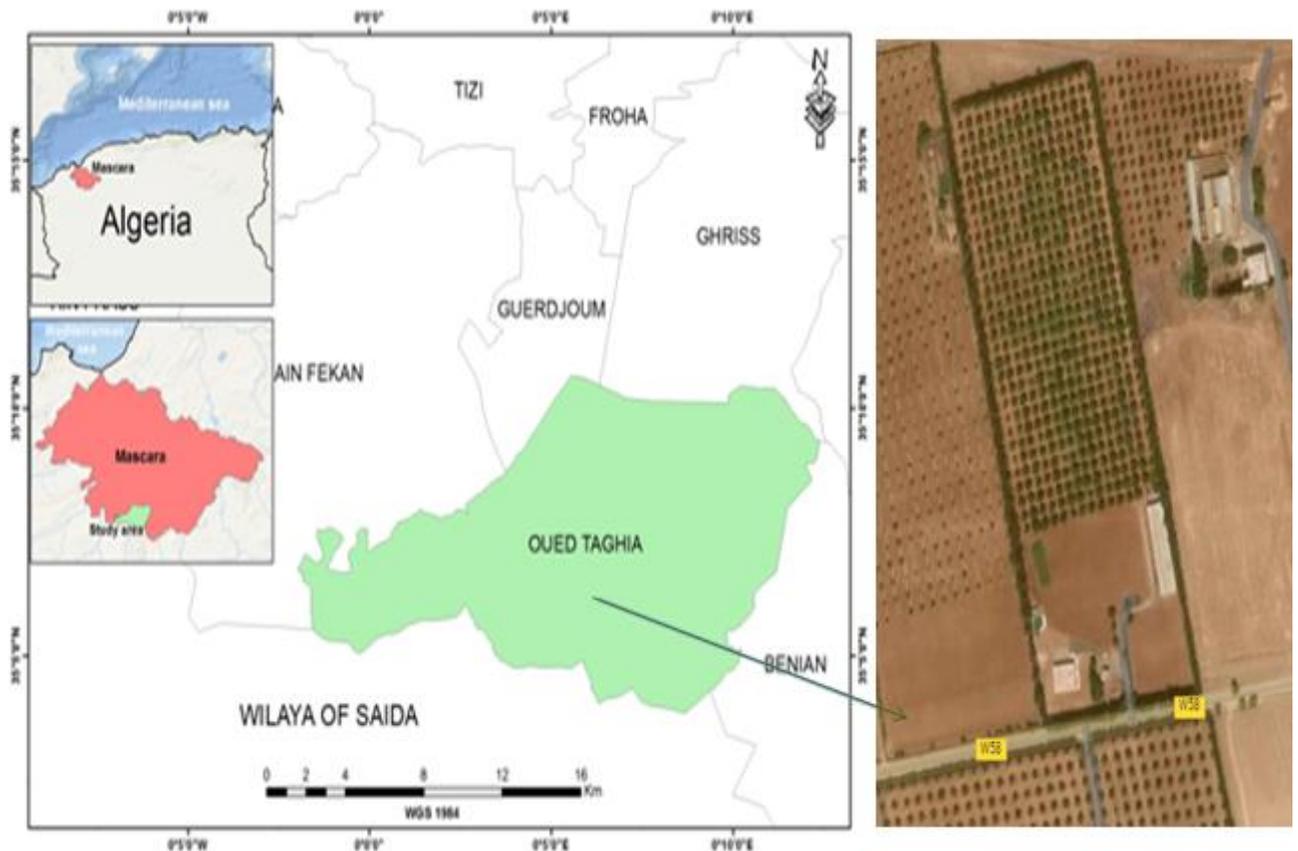


Figure 28 : Emplacement de l'oléaie d'Oued Taghia (Google Map, 2020)

2.3. Caractéristiques pédologiques de la station d'étude

Pour caractériser le sol de cette parcelle expérimentale, une analyse physico-chimique du sol a été réalisée au laboratoire régional Ouest des analyses de sols (El Matmar – Relizane) (annexe 3). L'échantillon du sol analysé, pris en février 2021, correspond à un mélange de cinq échantillons de sol de 20 cm de profondeur. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Analyse chimique du sol de la station d'étude d'Oued Taghia.

Elément en %	Valeur du P1H1	Valeur souhaitée
pH eau	8.90	6.5-7.5
Ced 1/5 (ds/m)	0.137	< 0.6
Matière Organique (%)	3.17	3-6
Caco3 total (%)	10.61	5-15
P2O5 (ppm)	40	80-120
N Total (%)	0.16	0.15-0.3
K2O (ppm)	221.75	100-180
CEC (meq/100g)	12.25	> 9

(INSID, 2021)

L'échantillon du sol analysé présente un pH fortement basique. La conductivité électrique (Ced 1/5) est très faible (Ced 1/5 inf. 0.6 dS/m, sol non salé). Le taux de calcaire est moyennement élevé. Le taux de matière organique (MO) est largement satisfaisant. Concernant les éléments fertilisants (Nt et P2O5), le taux d'azote (Nt) est bien pourvu et la teneur en phosphore assimilable (P2O5) est très faible.

3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est réalisé en quatre (4) blocs. Quarante (40) arbres divisé en quatre (4) blocs sont échantillonnés comme suit : Dix (10) arbres ont été sélectionnés pour chaque ligne (bloc), suivant le tableau 13 et la figure 29.

Le travail sur terrain a été conduit durant deux (2) ans : 2019 et 2021. En 2019, l'étude a concerné principalement l'entomofaune de l'olivier (le taux d'infestation, la dynamique et l'interaction entre les ravageurs et leurs ennemis naturels) ; en 2021, nous avons essayé d'appliquer une lutte par l'utilisation des méthodes culturales comme la taille et la fertilisation. Pour chaque bloc, nous avons pratiqué un type de taille et quatre (4) doses d'azote.

Tableau 13 : Protocole expérimental adopté

Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3	Ligne 4
Taille agriculteur	Taille sévère	Taille moyenne	Taille faible
/	50% environ	30 % environ	10% environ

Fertilisation du sol avec des engrais azotés (urée 46%) sont divisées en deux apports

(Avril et Mai)

La dose agriculteur (0.8kg/arbre)

La dose 100% (1.6kg/arbre)

La dose 75% (1.4kg/arbre)

La dose 50% (1.2kg/arbre)

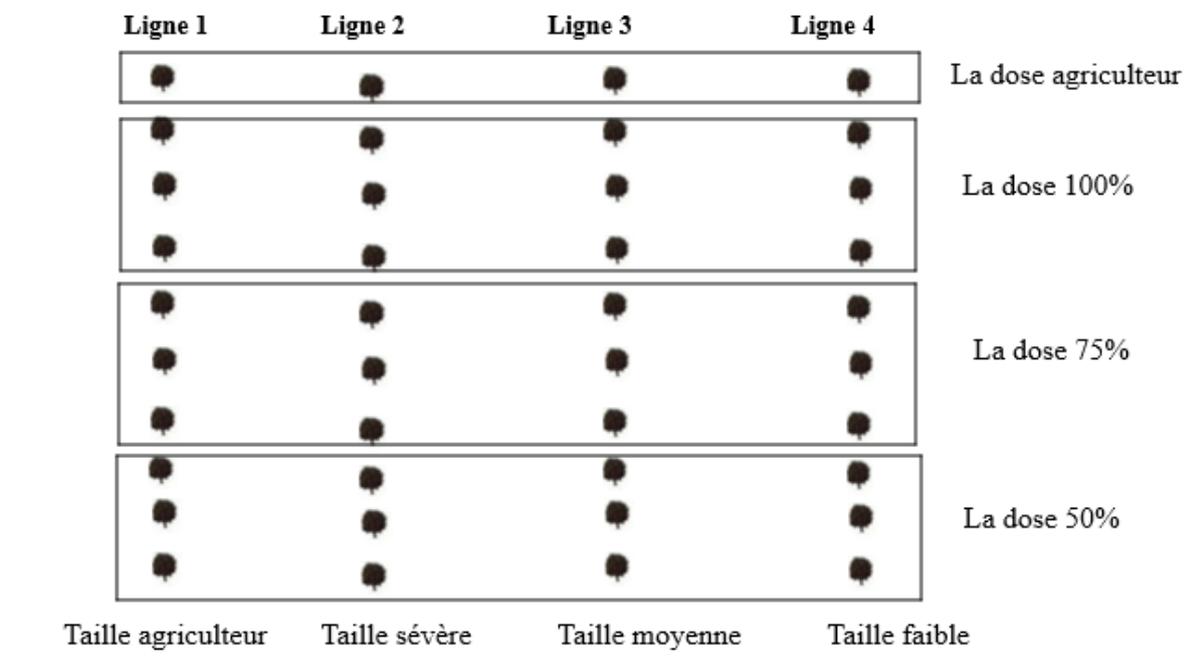


Figure 29 : Dispositif expérimental et distribution des traitements

4. Matériel expérimentale utilisé

4.1. Sur terrain

- ✓ Entonnoir ;
- ✓ Plaques engluées jaunes ;
- ✓ Piégeage sexuel (phéromones) et alimentaire (Gobe-mouches) ;
- ✓ Balance ;
- ✓ Un mètre ruban ;
- ✓ Ruban adhésif en jaune pour marquer les arbres;
- ✓ Sécateur pour prélever les échantillons;
- ✓ Sachets en papier kraft pour récolter les échantillons;
- ✓ Pinceau fin pour récolter les individus visibles à l'œil nu ;
- ✓ Tubes Eppendorfs remplis d'éthanol dilué à 70% et étiquetés.

4.2. Au laboratoire

- ✓ Loupe binoculaire ;
- ✓ Les tubes et des flacons pour conserver les insectes ;
- ✓ Une pince pour la récupération des insectes ;
- ✓ Alcool 70% ;
- ✓ Boîtes Pétri pour le dénombrement des individus du psylle.

5. Méthodologie adoptée

5.1. Méthodes d'échantillonnage de la diversité biologique

5.1.1. Enquête

En début de l'étude et dans le but de rassembler le maximum d'informations concernant la culture d'olivier, plusieurs investigations ont été entreprises auprès des agriculteurs, de différentes structures de formation de recherche et de développement agricole. Suite à cela, nous avons pu élaborer une fiche d'enquête spécifique en adéquation avec l'objectif de notre étude (Annexe 02).

L'enquête a touché 50 agriculteurs au niveau de la commune de Sig. Cette fiche d'enquête tient compte de plusieurs paramètres liés directement à la culture de l'olivier :

- La commune d'agriculteur enquêté ;
- L'exploitation ;
- La superficie de la culture et mode de conduite ;
- L'année de plantation et densité ;
- Les variétés cultivés et interculturels ;
- L'entretien de la culture (programme d'irrigation, période de taille et la fertilisation) ;
- Les maladies et les ravageurs ;
- Les méthodes de lutte ;
- Le rendement.

5.1.2. Méthodes utilisées sur le terrain

Notre travail d'échantillonnage et de comptage s'est étalé sur une période de deux (2) années. Les opérations effectuées ont concerné : L'installation des pièges à phéromones et plaques engluées jaunes, ainsi qu'un prélèvement des rameaux.

5.1.2.1. Echantillonnage des rameaux

Dans chaque bloc, la période d'échantillonnage s'est étalée sur une période de huit (8) mois (allant de Mars jusqu'à Novembre) avec une fréquence de trois (3) sorties par mois. Des rameaux de 10 cm de long à hauteur d'homme (portant feuilles, fleurs et fruits de la plante hôte) sont prélevés sur les 4 directions cardinales ainsi que dans le centre de l'arbre. L'échantillonnage des rameaux est effectué au hasard sur deux pieds d'olivier de chaque bloc. Les échantillons prélevés sont placés différemment et immédiatement dans des sachets en papier Kraft sur lesquels sont mentionnés toutes les coordonnées (date, direction, etc.).

5.1.2.2. Technique du battage

Cette méthode de frappe a été également utilisée. Selon Megavin (2007), rapporté par Frah et *al.* (2015), cette technique consiste à frapper d'un coup sec des branches d'arbres ou arbustes pour faire tomber les insectes qui s'y trouvent. Cette méthode est utilisée surtout pour dénombrement de l'entomofaune prédatrice liée aux populations des ravageurs. Pour ce faire, un entonnoir de 20cm de diamètre et un sachet d'échantillonnage sont mis sous une branche fortement secouée d'une main (trois à quatre coups rapides). L'opération est effectuée sur deux arbres pris au hasard dans chaque bloc. Néanmoins, cette méthode a l'inconvénient de faire tomber les inflorescences.

5.1.2.3. Plaques jaunes

Des plaques en plastique jaunes sont fixées sur l'arbre (Figure 30), fondé sur l'attraction d'une plus grande diversité d'insectes (ennemis naturels, ravageurs) volant vis-à-vis des stimuli par la couleur.

La plaque est suspendue par deux ficelles à deux branches au niveau de la frondaison de l'arbre choisi au hasard. Les plaques sont prospectées à chaque sortie (tous les 10 jours) pour les ravageurs ; par contre, pour le dénombrement des ennemis naturels, les plaques sont prospectées une fois par quinzaine. Les individus collectés sont rapportés au laboratoire pour l'identification. Ces pièges sont renouvelés chaque mois.

5.1.2.4. Pièges à phéromones et alimentaire

L'autre méthode, à laquelle nous avons fait appel, est l'installation des pièges à phéromones (Piège sexuel) et Gobe-mouches (Piège alimentaire) pour capturer la mouche d'olivier (Planche. 30).

Les pièges Mc Phail appâtés d'une solution de diphosphate d'ammonium à 3%, sont visités régulièrement chaque 10 jour pour le dénombrement des adultes et la détermination de leur sexe. Les appâts sont renouvelés chaque 3 ou 4 semaine.



Planche 30 : Pièges utilisés (originaux)

1- Plaques jaunes ; 2- Pièges à phéromones ; 3- Pièges alimentaire

Il est à noter aussi que l'évolution phénologique (nombre de grappes florales, de fleurs et de fruits) des organes fixés et suivie par des observations durant la période d'étude et les dates de leur apparition ont été notées. Ces stades phénologiques ont été déterminés sur la base des stades phénologiques de l'olivier selon De Andrés (1977) et Colbrant et *al.* (1979).

5.1.3. Au laboratoire

Les échantillons prélevés (rameaux et feuilles) sont acheminés au Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique (L.R.S.B.G) de la Faculté des Sciences de la Nature et de Vie de l'Université Mustapha Stambouli de Mascara.

Nous procédons par la suite au comptage, l'identification et le taux d'infestation des ravageurs ramassés sur les rameaux. Pour certaines espèces (psylle par exemple), à l'aide d'un pinceau, nous procédons tout d'abord à l'élimination de la cire sur les feuilles ; puis nous examinons minutieusement sous une loupe binoculaire les deux faces de la feuille ainsi que sur le rameau de chaque direction cardinale.

Tous les insectes ont été initialement identifiées et/ou confirmées par le Dr Lounes Saharaoui (retraité, *Ecole Nationale Supérieure* d'Agronomie, Alger).

5.2. Méthode de suivi des paramètres végétatifs et productifs de l'olivier

5.2.1. Les paramètres végétatifs de l'olivier

5.2.1.1. Le volume de la frondaison de l'arbre et le poids des résidus de la taille

Le volume de la frondaison avant et après l'opération l'élagage a été calculé en mesurant les dimensions de la haie, la hauteur totale (H), la largeur (a) et la hauteur du tronc (h) de tous les arbres de chaque parcelle élémentaire. Le volume de la canopée est calculé selon la formule suivante :

$$V \text{ (m}^3\text{/arbre)} = 4,4 * a * (H - h) / 2 \text{ (in Belguerri, 2016)}$$

Les résidus issus de l'opération de la taille de chaque parcelle élémentaire ont été collectés et pesés pour déterminer le poids frais de ces derniers, pour chaque parcelle élémentaire à l'aide d'une balance.

5.2.1.2. La longueur des pousses

Les mesures de ce paramètre ont été effectuées sur deux pousses (de l'année et l'année précédente), pour chaque arbre sur les quatre faces à l'aide d'une règle (Figure 31), avec un total de 8 pousses par parcelle élémentaire ; le nombre des feuilles sur les deux pousses est aussi compté.

Le suivi sur terrain a été réalisé au cours de l'année 2021 de Mars à Septembre ; la longueur des pousses a été mesurée toutes les 2 semaines.



Figure 31 : Mesure de la longueur des pousses (Originale)

5.2.1.3. Floraison et Nouaison

Pour évaluer la floraison, nous avons compté les boutons floraux avant leur épanouissement pour faciliter l'opération. Sur un (1) arbre de chaque parcelle élémentaire, huit (8) pousses de l'année antérieure par arbre sur les quatre côtés ont été marquées. Les mêmes pousses sont conservées pour compter le nombre de fruits finale pour chaque pousse ; ainsi donc, le taux de nouaison et floraison peut être calculé comme suit :

$$\text{Taux de floraison (\%)} = (\text{Nombre d'inflorescences} / \text{Nombre de bourgeons total}) * 100$$

$$\text{Taux de nouaison (\%)} = (\text{nombre des fruits} / \text{nombre des fleurs}) * 100$$

5.2.2. Les paramètres productifs de l'olivier

La longueur de fruit (L), la largeur (l), le diamètre de la chair (d) ainsi que leurs poids frais (p) ont été mesurées à la fin de la campagne, au moyen d'un pied à coulisse. Les olives ont été choisies de manière aléatoire en tenant compte de toutes les orientations. La production de chaque arbre est estimée séparément afin de déterminer la production moyenne par traitement.

5.2.3. L'analyse de la qualité de l'huile d'olive

Avant la récolte, des échantillons de 1 kg pour chaque parcelle élémentaire ont été pris manuellement ; ils ont été conservés dans un réfrigérateur jusqu'à l'extraction de l'huile. L'extraction d'huile a été effectuée traditionnellement en laboratoire de la Faculté SNV de

l'Université de Mascara. Il est à noter que les échantillons ont été prélevés à la même date pour tous les blocs, au stade de la véraison.

L'extraction consiste à broyer les olives après nettoyage ; une maille métallique a été utilisée pour moulinier les grains. Ensuite, la pâte a été mise au bain-marie pendant 30 minutes ; tout était bien mélangé et laissé reposer pendant 1 heure. Après, de l'eau tiède (30 °C) est ajoutée à raison de 3/4 verres d'eau. Le mélange était placé ultérieurement dans un tissu et sur lequel nous avons pressé autant que possible un objet lourd. Après cela, le liquide contenant le jus et l'huile est mis dans une ampoule à décanter et laissé se déposer de préférence pendant la nuit et récupérer l'huile. Les huiles ainsi recueillies sont coulées dans des flacons en verre étiquetés et entreposées à une température de 4 °C et à l'abri de la lumière en attendant d'être analysées.

Les analyses physico-chimiques ont porté sur les indices de qualité :

1) pH

Mode opératoire

- ✓ Régler la température du pH-mètre sur l'environnement ambiant, rincer toujours la sonde avec de l'eau distillée ;
- ✓ Prélever 100ml d'huile d'olive à analyser dans un bécher ;
- ✓ Immerger la sonde dans la solution et lire le pH.

2) Indice de l'acidité

Mode opératoire

L'acidité libre de chaque huile a été déterminée selon la norme officielle de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO 660, 1996) :

- ✓ 1g d'huile d'olive dissoute dans 50 ml du mélange éthanol/chloroforme (V/V) ;
- ✓ Le mélange a été titré par une solution d'hydroxyde de potassium ou (hydroxyde de sodium) à 0,1 N en présence de 0,3ml de la solution de phénolphthaléine à 1% jusqu'au virage de l'indicateur coloré (coloration rose devient transparente) ;
- ✓ L'acidité libre a ensuite été exprimée en pourcentage d'acide oléique libre selon la formule :

$$\text{Acidité \%} = \frac{V * C * M}{10 * m} * 100$$

- V : Volume en ml de la solution titrée de KOH utilisé,
- C : Concentration exacte, en moles /litre, de la solution titrée de KOH utilisé,

- M : Poids molaire, en g/mole, de l'acide oléique adopté pour l'expression du résultat (= 282),
- m : Prise d'essai en grammes

3) Indice de peroxyde

Préparation des solutions

- **Empois d'amidon** : On pèse environ 1g d'amidon et on le dissout dans 100ml d'eau distillée.
- **Solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) à 0.01N** : On dissout 2,48g de Na₂S₂O₃ (H₂O) dans un litre d'eau distillée.

Mode opératoire

L'indice de peroxyde de chaque l'huile a été déterminée selon l'organisation internationale de normalisation (ISO 3966, 2007) :

- ✓ 1g d'huile d'olive est dissoute dans 12,2 ml du mélange d'acide acétique/chloroforme ;
- ✓ 15ml d'une solution d'iodure de potassium saturée sont additionnées au mélange ;
- ✓ On place dans l'obscurité pendant 5 minutes ;
- ✓ On rajoute 60ml d'eau distillé et 1ml d'une solution d'empois d'amidon (une couleur violette apparait) ;
- ✓ Le mélange obtenu a été titré par une solution de thiosulfate de sodium à 0.01N ;
- ✓ On poursuit notre titrage jusqu'au changement de couleur (passage de la couleur violette a une couleur transparente) ;
- ✓ On effectue un essai à blanc dans les mêmes conditions opératoires ;
- ✓ L'indice de peroxyde est calculé par la formule :

$$\text{Indice de peroxyde m.équ O}_2/\text{kg} = \frac{(V-V_0)*1000*T}{Pe}$$

Avec :

- **T** : Titre ou normalité de la solution de thiosulfate de sodium (Na₂ S₂ O₃) ;
- **V₀** : Volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc (en ml) ;
- **V** : Volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai (en ml) ;
- **Pe** : Prise d'essai en gramme.

4) Extinction spécifique dans l'UV

Mode opératoire

Selon la norme du Conseil Oléicole International (2011) :

- ✓ 0,1 g de l'échantillon est dissout dans 10 ml du cyclohexane. Après homogénéisation, on mesure les extinctions K232 et K270 ;
- ✓ L'absorbance se fait à 232 nm et 270 nm avec un spectrophotomètre UV ;
- ✓ La lecture se fait dans une cuve en quartz ;
- ✓ Les valeurs du coefficient d'extinctions spécifiques à 232 nm et 270 nm sont calculées selon la formule suivante :

$$K = A_K / C * S$$

Où :

- A_K : Absorbance à la longueur d'onde k,
- C : Concentration de la solution en g/100 ml,
- S : Chemin optique (1 cm)

6. Analyses statistiques

6.1. La diversité biologique

Les résultats obtenus dans le présent travail sont exploités par la qualité d'échantillonnage, les indices écologiques de composition et de structure et l'analyse des composantes principales (A.C.P.) par les logiciels R (Core Team, 2020) et STATISTICA 6.

Les indices écologiques suivants ont été utilisés :

- La fréquence relative (Fr) : qui est le pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total d'individus (N), toutes espèces confondues (Dajoz, 1971) :

$$F_c = n_i * 100/N$$

- Richesse en espèces (S), qui représente le nombre total d'espèces identifiées.
- L'indice de diversité de Shannon (H') est calculé à partir de la formule suivante :

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

Exprimé en bits (Ramade, 1984); où P_i est la probabilité de rencontrer des espèces et il est calculé par la formule :

$$P_i = n_i/N$$

Avec :

- n_i représente l'abondance des espèces i
- N est le nombre total d'individus d'un échantillon donné.

- L'indice d'équitabilité (E) : qui correspond au rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H'_{\max} :

$$E = H' / H'_{\max},$$

Il est exprimé en bits (Ramade, 1984) et H'_{\max} est calculé à l'aide de la formule :

$$H'_{\max} = \text{Log}_2 S \text{ (Blondel, 1979).}$$

Calcul des degrés-jours :

En particulier, l'utilisation de modèles « degrés-jours » est une méthode de suivi de l'évolution d'une espèce d'insecte tout au long d'une campagne à l'aide d'unités cumulées (Athar, 2005). Le calcul des degrés jours cumulés dans une journée se fait en additionnant la température minimale (T_{\min}) et la température maximale (T_{\max}) atteintes durant la journée ; on divise le résultat par 2 ; et enfin, on soustrait la température de base (T_{base}) (El Messoussi et al., 2010) :

$$D(t) = \left(\frac{T_{\min} + T_{\max}}{2} \right) - T_{\text{base}}$$

Avec T_{base} : la température à partir de laquelle le développement de l'espèce démarre.

6.2. L'impact de la taille sur l'entomofaune de l'olivier

Toutes les données ont été évaluées par le test de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) pour déterminer la distribution des données ; sur la base de ce test, la distribution des données n'est pas normale. Par conséquent, des tests non paramétriques ont été réalisés pour déterminer l'impact de l'intensité de l'élagage (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Toutes les données ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA 6.

6.3. L'impact de la taille et la fertilisation sur les paramètres végétatifs et productifs de l'olivier

Une analyse de variance à deux facteurs (taille et fertilisation) a été effectuée en traitant les arbres comme des répétitions. La comparaison des moyennes a été réalisée par le test de Fischer au seuil de 5 % pour évaluer les différences potentielles entre les traitements. Les coefficients de corrélation ont été testés pour leur signification statistique aux seuils de 5 % et 1 %. Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA version 6.

De plus, un modèle de régression non linéaire a été créé pour relier la production d'oliviers en fonction de la concentration d'azote et de l'intensité de la taille.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE I :
ETUDE DE LA DIVERSITE
ENTOMOLOGIQUE DE L'OLIVIER

CHAPITRE 1 :

ETUDE DE LA DIVERSITE

ENTOMOLOGIQUE DE L'OLIVIER

I. Résultats

1. Etude de la diversité Entomologique

Les résultats de l'inventaire de l'entomofaune associée à l'olivier réalisé dans un verger d'olivier, à Mascara (Nord algérien) grâce aux techniques d'échantillonnage utilisées sont reportés dans le tableau suivant (14).

Tableau 14 : Inventaire de l'entomofaune dans le verger de la région de Mascara.

Ordres	Familles	Genres/Espèces	RA	2019	2021	Total
Homoptères	Aphididae	<i>Acyrtosiphum pisum</i> Harris, 1776	Phy	0	1	1
		<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	Phy	2	2	4
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	Phy	6	13	19
		<i>Brachycaudus helychrysi</i> Kaltenbach, 1843	Phy	2	0	2
		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Linnaeus, 1758	Phy	1	0	1
		<i>Lypaphis erysimi</i> Kaltenbach, 1843	Phy	0	2	2
		<i>Pemphigus sp</i>	Phy	2	3	5
	Aleurodidae	<i>Aleurolobus olivinus</i> Silvestri, 1911	Phy	7	59	66
	Psyllidae	<i>Euphyllura olivina</i> Costa, 1839	Phy	1762	703	2465
		<i>Psyllidae (sp)</i>	Phy	8	0	8
Hémiptères	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i> Linnaeus, 1761	Pré	21	6	27
		<i>Orius sp</i>	Pré	16	0	16
		<i>Anthocoris sp</i>	Pré	15	4	19
	Diaspididae	<i>Parlatoria oleae</i> Colvée, 1880	Phy	120	46	166
	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i> Linnaeus, 1758	Phy	0	1	1
	Miridae	<i>Nesidiocoris tenuis</i> Reuter, 1895	Pré	161	306	467
	Cicadellidae	<i>Cicadula persimilis</i> Edwards, 1920	Phy	2	0	2
		<i>Cicadellidae sp1</i>	Phy	24	3	27
		<i>Empoasca sp</i>	Phy	0	5	5

... Suite du Tableau 14

Ordres	Familles	Genres/Espèces	RA	2019	2021	Total
Thysanoptères	Phlaeothripidae	<i>Liothrips oleae</i> Costa 1857	Phy	21	86	107
		<i>Aelothrips fasciatus</i> Linnaeus 1758	Pré	3	6	9
		<i>Frankiniella occidentalis</i> Pergande, 1895	Phy	0	22	22
Névroptères	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens, 1836	Pré	30	34	64
		<i>Chrysopa vulgaris</i> Schneider, 1851	Pré	6	0	6
Lépidoptères	Praydidae	<i>Prays oleae</i> Bernard, 1788	Phy	0	1	1
Protopléres	Elipsocidae	<i>Cuneopalpus cyanops</i> Rostock, 1876	Phy	3	3	6
Diptères	Agromyzidae	<i>Agromyzidae sp.</i>	Phy	5	271	276
	Chloropidae	<i>Thaumatomyia sp</i>	Pré	0	153	153
	Calliphoridae	<i>Calliphora sp</i>	Sap	0	52	52
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	Phy	0	27	27
	Tephritidae	<i>Bactrocera oleae</i> Rossi, 1790	Phy	133	259	392
		<i>Tephridae sp</i>	Phy	0	5	5
	Sciaridae	<i>Sciaridae sp</i>	Phy	2	6	8
Phoridae	<i>Phoridae sp</i>	Par	0	51	51	

... Suite du Tableau 14

Ordres	Familles	Genres/Espèces	RA	2019	2021	Total
Hyménoptères	Braconidae	<i>Ephedrus plagiator</i> Nees, 1818	Par	3	4	7
		<i>Apanteles</i> sp	Par	0	1	1
		<i>Diaeretiella rapae</i> M'Intosh, 1855	Par	0	8	8
		<i>Aphidius colemani</i> Viereck, 1912	Par	0	2	2
		<i>Chelonus elaeaphilus</i> Silvestri, 1908	Par	3	3	6
		<i>Opius</i> sp	Par	0	5	5
	Ceraphronidae	<i>Ceraphron</i> sp	Par	0	21	21
	Myrmaridae	<i>Myrmaridae</i> sp	Par	0	43	43
	Aphelinidae	<i>Coccophagus lycimnia</i> walker, 1839	Par	0	1	1
	Bethylidae	<i>Bethylus</i> sp	Par	0	21	21
	Diapriidae	<i>Trichopria</i> sp	Par	0	6	6
	Vespidae	<i>Vespula germanica</i> Fabricius, 1793	Pré	0	2	2
	Eulophidae	<i>Leptocybe invasa</i> Fisher et La Salle, 2004	phy	0	2	2
		<i>Quadrastichus</i> sp	Par	0	2	2
	Encyrtidae	<i>Diglyphus</i> sp	Par	2	0	2
		<i>Chrysocharis</i> sp	Par	0	10	10
		<i>Aphidivorus Syrphophagus</i> , Mayr, 1876	Par	0	8	8
		<i>Psyllaephagus blastopsylla</i> Gravenhorst, 1827	Par	0	12	12
		<i>Encyrtidae</i> sp	Par	7	30	37
	Pteromalidae	<i>Pachyneuron aphidis</i> Bouché, 1834	Par	0	3	3
	Figitidae	<i>Alloxysta victrix</i>	Par	0	11	11
	Ichneumonidae	<i>Diadegma</i> sp	Par	0	20	20
		<i>Sphecodes</i> sp	Par	0	2	2
	Crabronidae	<i>Crossocerus</i> sp	Par	0	4	4
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Phy	0	2	2
	Formicidae	<i>Tapinoma</i> sp	Phy	0	12	12
		<i>Camponotus barbaricus</i> Emery, 1905	Phy	0	5	5

... Suite du Tableau 14

Ordres	Familles	Genres/Espèces	RA	2019	2021	Total
Coléoptères	Coccinellidae	<i>Scymnus marinus</i> Mulsant, 1850	Pré	992	978	1970
		<i>Scymnus subvillosus</i> Goeze, 1777	Pré	47	4	51
		<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> Linnée, 1758	Pré	0	2	2
		<i>Stethorus punctillum</i> Weise, 1891	Pré	14	78	92
		<i>Exochomus nigrippenis</i> Erichson, 1843	Pré	1	0	1
	Tenebrionidae	<i>Tenebrionidae sp</i>	Pol	4	21	25
	Chrysomelidae	<i>Bruchus sp</i>	Phy	0	1	1
	Carabidae	<i>Harpalus affinis</i> Schrank, 1781)	Pré	0	2	2
		<i>Carabidae sp</i>	Pré	1	8	9
		<i>Agabus uliginosus</i> Linnée, 1760	Pré	0	12	12
	Curculionidae	<i>Otiorhynchus cribricollis</i> Linnée, 1758	Phy	2	5	7
		<i>Curculionidae sp</i>	Pol	0	5	5
	Cantharidae	<i>Cantharis paludosa</i> Fallén, 1807	Pré	3	0	3
Dytiscidae	<i>Hydroporus pubescens</i> Gyllenhal, 1808	Pré	0	1	1	
9 ordres	41 Familles	75 Espèces	-	3431	3487	6918

RA : Régime alimentaire ; **Pol** : Polyphage ; **Phy** : Phytophage ; **Pré** : Prédateur ; **Par** : Parasitoïde ; **Sap** : Saprophage.

Au terme de notre travail, l'inventaire nous a permis d'identifier 75 espèces avec un nombre total de 6918 individus. Cette diversité entomologique se répartit en 9 ordres et 41 familles.

Pour avoir une idée globale sur l'importance des principaux ordres d'arthropodes comptés, nous avons établi un graphique sur lequel est spécifié le pourcentage des différents ordres (Figure 32).

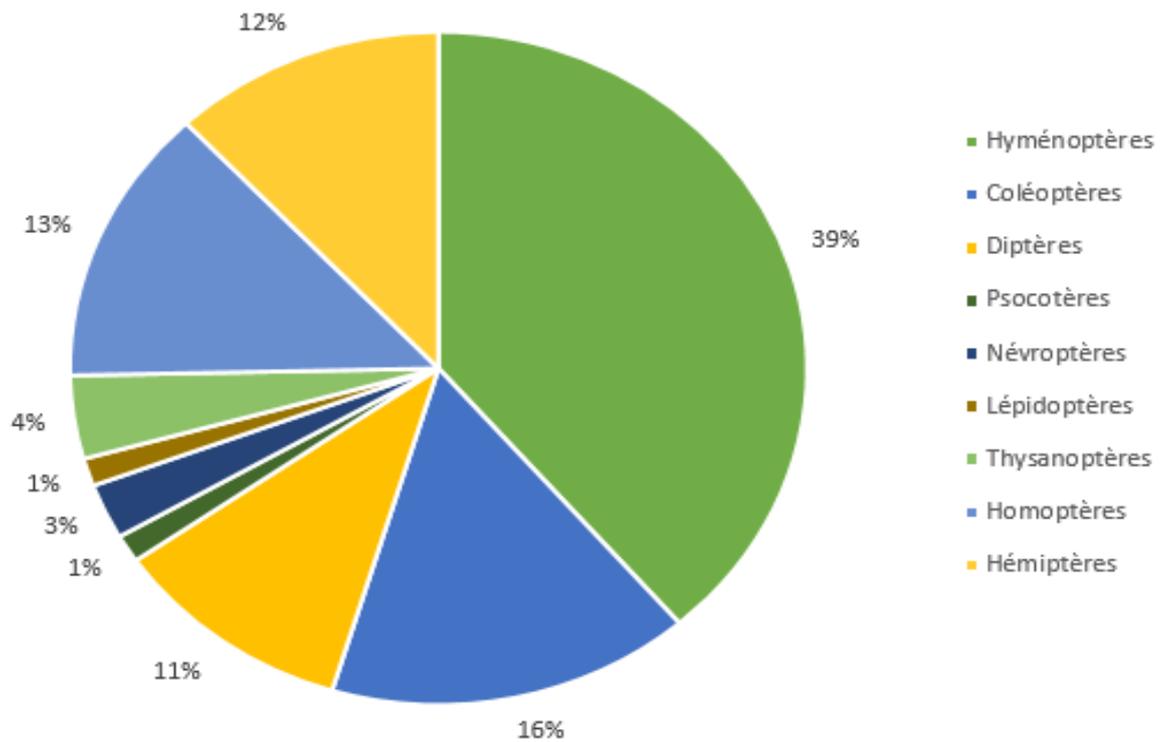


Figure 32 : Pourcentage des différents ordres recensés dans le verger d'étude

L'analyse des fréquences relatives des différents ordres et des espèces a indiqué que l'ordre des Hyménoptères est le plus riche avec 29 espèces représentant 39% du nombre total de l'entomofaune recensé. De façon général, la famille des *Braconidae* est la plus étendue avec six (6) espèces, qui représentent 20,68% des Hyménoptères. La famille des *Encyrtidae* occupe la deuxième place avec cinq (5) espèces (17,24% du nombre total d'espèces), et la troisième place concerne les *Ichneumonidae*, *Formicidae*, *Eulophidae* avec deux (2) espèces soit 6,9% des Hyménoptères. Les autres familles sont représentées par une seule espèce.

L'ordre des Coléoptères, qui regroupe environ 12 taxons (16%), se place en deuxième position après les Hyménoptères. Cet ordre taxonomique est dominé par la famille des Coccinelles avec cinq (5) espèces prédatrices, qui représentent 41,66% des Coléoptères ; les *Carabidae* sont également représentatifs avec trois (3) espèces. De plus, notre recensement fait ressortir deux (2) espèces (16.66 %) appartenant à la famille des *Curculionidae*. Les autres familles de Coléoptères montrent une (1) seule espèce avec des nombres qui varient entre 1 à 21 individus.

L'ordre des Homoptères montre un pourcentage avoisinant 13% ; il est dominé par les familles *Psyllidae*, *Aleurodidae* et *Aphididae*. La famille des *Psyllidae*, à elle seule, représente un pourcentage d'individus de l'ordre de 90% de la population totale des homoptères et environ 20 % du nombre total des individus capturés.

L'ordre des Hémiptères, dominé par les deux familles (*Anthocoridae* et *Miridae*), vient en quatrième position représentant 12% de la population globale, avec une prédominance de deux familles *Anthocoridae* et *Cicadellidae* avec deux (2) espèces chacune. Par contre, concernant le nombre d'individus dénombrés, la seule famille des *Miridae* a compté plus de 450 individus suivi par celle des *Diaspididae* en dénombrant plus de 160, ce qui représentant presque 10% de la population globale.

Parmi les espèces de la famille des Diptères indiquant un pourcentage de 11%, il y a lieu de signaler la dominance de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* avec un nombre cumulé de 392 individus. Une autre espèce de la famille *Tephridae* a été recensée.

Enfin, les ordres restants, à savoir les Thysanoptères, les Psocoptères, Lépidoptères et les Névroptères sont classés en sixième position avec seulement trois (3) ou deux (2) espèces et représentent des pourcentages inférieurs à 5 %.

2. Exploitation des résultats par les indices écologiques

2.1. Qualité de l'échantillonnage

Durant notre travail expérimental, la qualité d'échantillonnage est de $Q=0,056$ en année 2019 et de $Q= 0,14$ en 2021 (Tableau 15), en l'occurrence approche de 0, ce qui signifie qu'elle est très bonne et que l'inventaire qualitatif est réalisé avec suffisamment de précision (Tableau 15).

Ainsi donc, les espèces observées une seule fois sont classées comme espèces très rares, elles se répartissent comme suit :

En 2019 : *Hyperomyzus lactucae*, *Exochomus nigrippenis* et *Carabidae sp.*

En 2021 : *Acyrtosiphum pisum*, *Pyrrhocoris apterus*, *Bruchus sp.*, *Hydroporus pubescens*, *Coccophagus lycimnia* et *Apanteles sp*

Il s'agit en fait d'espèces dépendantes de la végétation présente autour du verger telles que les cultures céréalières, les arbres fruitiers et les plantes basses spontanées.

Tableau 15 : Qualité de l'échantillonnage des espèces capturées

Paramètres	Résultats	
	2019	2021
A	3	7
R	46	49
Q	0,065	0,14

2.2. Variation temporelle globale de l'abondance en nombre d'individus des ordres d'insectes recensés

Les résultats du dénombrement des individus recensés ainsi que la fréquence d'abondance pour les différents ordres, sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 16)

Tableau 16 : Fréquences d'abondance des ordres d'insectes recensés.

Ordres	Effectifs	Fréquences d'abondance
Hyménoptères	259	3,74
Coléoptères	2177	31,47
Diptères	964	13,93
Névroptères	70	1,01
Psocoptères	6	0,09
Lépidoptères	1	0,01
Thysanoptères	138	1,99
Homoptères	2573	37,19
Hémiptères	730	10,55
Total	6918	100

La variation temporelle globale de l'abondance en nombre d'individus, pour les ordres d'insectes recensés (Tableau 16), montre que le plus grand nombre d'individus comptés appartient à l'ordre des Homoptères (2573 individus) avec une fréquence d'abondance de 37,19%, suivis par les Coléoptères ((2177 individus) avec un taux de plus de 31,47% de l'effectif total et dont la majorité sont des prédateurs. L'ordre des Homoptères semble être le plus intéressant du point de vue agronomique puisqu'il inclut le psylle de l'olivier : *Euphyllura olivina* qui a enregistré à lui seul le plus grand nombre d'individus (2465) parmi les phytophages. Les Diptères se placent en deuxième position avec total de 964 individus, soit environ 13.93% et dont la plupart sont des phytophages.

Ces trois ordres ci-cités sont donc considérés comme principaux en étant les plus abondants et apparaissant régulièrement dans la station d'étude. Viennent ensuite les autres ordres : Hémiptères, Hyménoptères et les Thysanoptères représentant 730 ; 259 et 138 individus respectivement, soit environ 10,55% ; 3.74% et 1.99% successivement. Enfin, Les autres ordres sont représentés par des fréquences d'abondance faibles (FA<1).

2.3. Variation de l'abondance en nombre d'individus et de la fréquence d'occurrence des familles d'insectes par année

Afin d'évaluer la structure et la composition de la communauté d'arthropodes identifiée au niveau du verger, nous avons calculé la fréquence d'abondance, l'occurrence en pourcentage par an et en établissant l'échelle de constance pour les différentes familles. Les résultats ainsi obtenus sont présentés dans le tableau 18.

La comparaison des familles chaque année sont traitées par ANOVA. L'analyse de la variance a révélé des différences très significatives ($p= 0,0029$) entre les deux années pour les familles (Tableau 17).

Tableau 17 : ANOVA à un facteur d'abondance des familles en fonction du temps (par année)

Sources	DDL	SC	CM	F	P
Modèle	1	757,996	757,9957	9,645899	0,002956
Erreur	58	4979,184	78,5822		
Total	59	4557,247			

Tableau 18 : Fréquences d'abondances (FA %) et d'occurrence (OC%) des différents familles recensées dans la station d'étude.

Année Familles	2019		2021		Total	
	NB	FA	NB	FA	OC%	Ech
<i>Agromyzidae</i>	5	0,15	271	7,77	100	Constantes
<i>Aleurodidae</i>	7	0,20	59	1,69	100	
<i>Anthocoridae</i>	52	1,52	10	0,29	100	
<i>Aphelinidae</i>	0	0	1	0,03	50	Accessoires
<i>Aphididae</i>	13	0,38	34	0,98	100	Constantes
<i>Apidae</i>	0	0	2	0,06	50	Accessoires
<i>Bethylidae</i>	0	0	21	0,60	50	
<i>Braconidae</i>	6	0,17	23	0,66	100	Constantes
<i>Calliphoridae</i>	0	0	52	1,49	50	Accessoires
<i>Cantharidae</i>	3	0,09	0	0	50	
<i>Carabidae</i>	1	0,03	20	0,57	100	
<i>Ceraphronidae</i>	0	0	21	0,60	50	Accessoires
<i>Chloropidae</i>	0	0	153	4,39	50	
<i>Chrysomelidae</i>	0	0	1	0,03	50	
<i>Chrysopidae</i>	36	1,05	34	0,98	100	Constantes
<i>Cicadellidae</i>	26	0,76	8	0,23	100	
<i>Coccinellidae</i>	1054	30,72	1062	30,46	100	
<i>Crabronidae</i>	0	0	4	0,11	50	Accessoires
<i>Curculionidae</i>	2	0,06	10	0,29	100	Constantes
<i>Diapriidae</i>	0	0	6	0,17	50	Accessoires
<i>Diaspididae</i>	120	3,50	46	1,32	100	Constantes
<i>Dytiscidae</i>	0	0	1	0,03	50	Accessoires
<i>Elipsocidae</i>	3	0,09	3	0,09	100	Constantes
<i>Encyrtidae</i>	9	0,26	60	1,72	100	
<i>Eulophidae</i>	0	0	4	0,11	50	
<i>Figitidae</i>	0	0	11	0,32	50	Accessoires
<i>Formicidae</i>	0	0	17	0,49	50	
<i>Ichneumonidae</i>	0	0	22	0,63	50	
<i>Miridae</i>	161	4,69	306	8,78	100	Constantes
<i>Muscidae</i>	0	0	27	0,77	50	Accessoires
<i>Myrmaridae</i>	0	0	43	1,23	50	Accessoires
<i>Phlaeothripidae</i>	24	0,70	114	3,27	100	Constantes
<i>Phoridae</i>	0	0	51	1,46	50	Accessoires
<i>Praydidae</i>	0	0	1	0,03	50	
<i>Psyllidae</i>	1770	51,59	703	20,16	100	
<i>Pteromalidae</i>	0	0	3	0,09	50	Accessoires
<i>Pyrrhocoridae</i>	0	0	1	0,03	50	
<i>Sciaridae</i>	2	0,06	6	0,17	100	
<i>Tenebrionidae</i>	4	0,12	21	0,60	100	Constantes
<i>Tephritidae</i>	133	3,88	264	7,57	100	
<i>Vespidae</i>	0	0	2	0,06	50	
Total	3431	100	3487	100	-	-

Sur l'ensemble des familles inventoriées (Tableau 18), nous avons recensé un total de 19 familles constantes et 21 familles accessoires durant toute la période d'étude. La fréquence d'abondance et d'occurrence des différentes familles inventoriées sur la culture de l'olivier dans la station d'Oued Taghia sont notées par des valeurs différentes d'une année à une autre. Les fréquences d'abondance des familles les plus abondantes sont : *Psyllidae* (35,88%), *Coccinellidae* (30,59%), *Miridae* (6,73%), *Tephritidae* (5,73%), *Agromyzidae* (3,96 %), *Diaspididae* (2,41%), *Chloropidae* (2,19%) et *Phlaeothripidae* (1,98%). Elles ont une fréquence d'occurrence de 100 % de même que pour celles des *Anthocoridae*, *Braconidae*, *Chrysopidae*, *Curculionidae* et *Encyrtidae* avec des fréquences d'abondance faibles. Par contre, *Cantharidae*, *Chrysomelidae*, *Eulophidae*, *Formicidae* et *Myrmaridae* sont des familles accessoires avec une fréquence d'occurrence de 50%.

2.4. Indices écologiques de structure

2.4.1. Indices écologiques globaux

Afin de caractériser la diversité spécifique de la population d'espèces d'insectes identifiées, nous avons calculé plusieurs paramètres écologiques : La Richesse totale S, l'indice de diversité maximale, l'indice de Shannon (H') et celui d'équitabilité. Ces coefficients classiques permettent de quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres.

En effet, selon le tableau 19, la richesse spécifique totale est de 75 espèces, et la valeur de l'indice de diversité de Shannon (H') est de 3,14 bits. Il s'agit d'une valeur élevée qui indique que cet écosystème est très diversifié en espèces. Cependant, l'indice de diversité maximal est de 6,22 bits. Quant à l'équitabilité, elle est de 0,5, ce qui signifie que les effectifs des espèces échantillonnées sont déséquilibrés en nombre d'individu mais l'écosystème est équilibré. En raison de la dominance, les espèces n'ont pas la même abondance et les populations ne sont pas centrées sur une seule espèce.

Tableau 19 : Richesse totale (S), indice de Shannon (H'), Diversité maximale (H'max) et équitabilité (E) des peuplements recensés dans la région de Mascara.

Paramètre	Résultats
N	6918
S	75
H' (bits)	3,14
H _{max} (bits)	6,22
E	0,50

2.4.2. Indices écologiques par année

Les valeurs calculées de la richesse totale (S), de l'indice de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'indice d'équitabilité (E) de la population d'insectes identifiées par année sont consignées dans le tableau suivant (20) :

Tableau 20 : Richesse totale (S), indice de Shannon (H'), Diversité maximale (H'max) et équitabilité (E) des d'arthropodes recensés par année.

Paramètre	Résultats	
	2019	2021
N	3431	3487
S	35	66
H' (bits)	2,16	2,35
H _{max} (bits)	5,12	6,04
E	0,42	0,39

D'après le tableau ci-dessus, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon Weaver sont très élevées dans les deux ans, Elles varient entre 2,16 et 2,35 bits avec des richesses spécifiques de 35 et 66 espèces respectivement dans l'année 2019 et 2021. Cependant, l'indice de diversité maximal est de 5,12 bits et 6.04 respectivement. Quant aux valeurs de l'indice d'équitabilité obtenues, elles sont proches à 0,4. Cela peut s'expliquer par le fait que certaines espèces dominant en effectifs par rapport à d'autres espèces.

Par ailleurs L'évaluation de la relation entre les indices de diversité et sa richesse spécifique entre les deux ans, fait apparaître une différence non significative ($F = 9.5$, ddl =1,2 ; $P < 0,091$) et un indice de détermination positif ($r = 0,90$).

2.5. Evolution temporelle de l'entomofaune récoltée dans le verger d'étude par mois dans les deux ans

Les résultats de l'évolution temporelle des espèces capturées dans l'olivieraie pendant la période de l'étude sont illustrés par la figure suivante (33) :

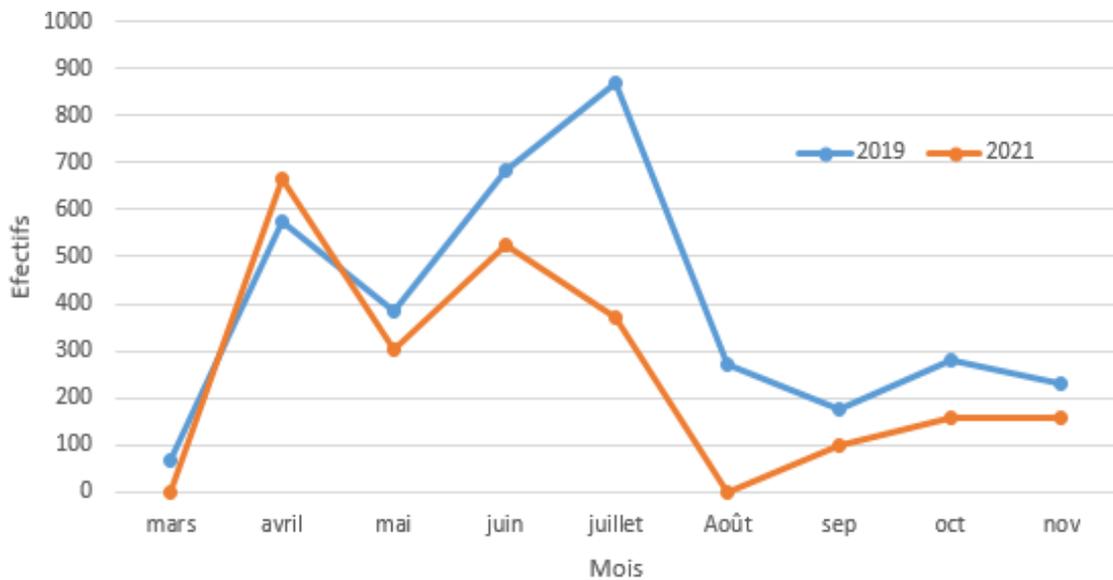


Figure 33 : Evolution temporelle des d'arthropodes recensés dans l'oliveraie d'Oued Taghia pendant deux ans.

D'après la figure 33, l'évolution temporelle l'entomofaune collectée par les moyens de piégeage, sauf les plaques engluées jaunes qui sont à part, montre la même tendance, bien que le peuplement d'insectes soit quantitativement plus important durant l'année 2019.

En effet, une augmentation progressive des insectes est observée durant le mois Mars et Avril jusqu'à un pic de 665 et 576 individus en 2021 et 2019 respectivement ; puis une chute est notée au mois de Mai pour atteindre 385 et 303 individus en 2019 et 2021 successivement. Cette chute de l'entomofaune est, fort probablement, due aux pratiques culturales comme le travail du sol qui détruit la couverture végétale. Un deuxième accroissement progressif a été observé ensuite en Juin 2021 avec un pic de 525 individus et la fin Juin 2019 avec un pic de 871 individus.

En générale, nous pouvons ainsi déduire et confirmer que la période d'activité de l'insecte est au printemps jusqu'à la fin juin et un deuxième dynamisme durant l'automne (octobre et novembre). Par contre, l'activité de l'entomofaune décroît jusqu'à devenir nulle au mois d'Aout avec l'augmentation des températures.

2.6. Organisation et statut trophique de l'entomofaune inventoriée

Outre l'analyse qualitative et quantitative de l'inventaire, il nous a semblé utile de comprendre la structure et l'organisation de cette faune entomologique en s'intéressant plus spécifiquement à l'état nutritionnel de chaque espèce. Il s'agit également d'une occasion d'apprécier et d'évaluer l'incidence de l'entomofaune bénéfique au verger.

Pour distinguer le rôle bioécologique de chaque espèce recensé, nous avons rassemblé les espèces inventoriées par groupes trophiques. Cette tâche permettra d'évaluer l'effet des déprédateurs et de leurs ennemis naturels (Tableau 21).

Tableau 21 : Richesse spécifique (S), nombre d'individus (N) et fréquence relative (RF en %) pour les différents statuts trophiques des insectes capturés dans le verger.

Régime alimentaire	S	N	RF (%)
Phytophage	30	3647	52.71
Polyphage	2	30	00.43
Prédateur	19	2906	42.00
Parasite	23	283	04.09
Saprophage	1	52	00.75

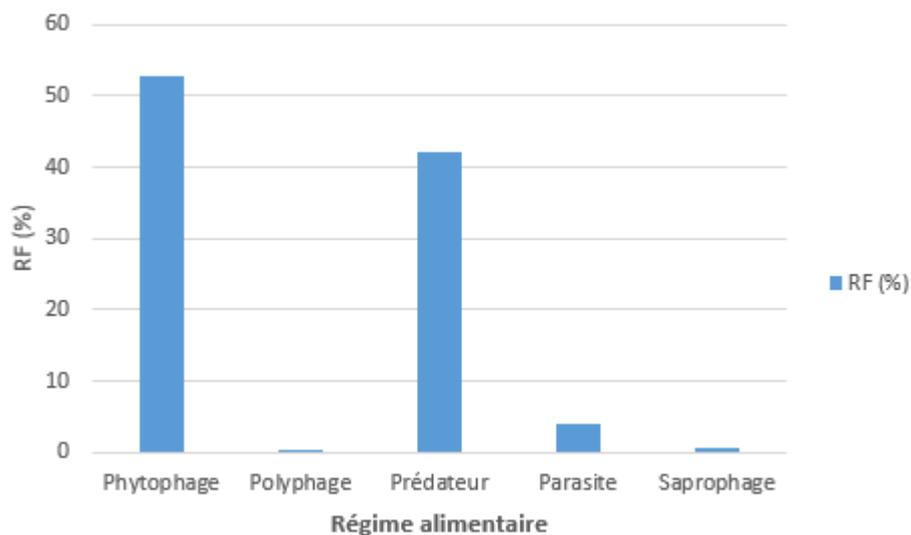


Figure 34 : les pourcentages des différents statuts trophiques des insectes capturés.

En effet, le tableau 21 et figure 34 montre que les insectes phytophages étaient les plus abondants avec un total de 29 espèces soit environ 52,71%. Dans ce groupe trophique, nous avons dénombré 10 des homoptères, dont la famille des *Psyllidae* dominée par *Euphyllura olivina*, *Aleurodidae* et *Aphididae* ; les Hémiptère avec 5 espèces réparties sur trois familles de *Diaspididae* dominés par *Parlatoria oleae*, les *Pyrrhocoridae* et les *Cicadellidae*. Chez les Diptères, nous avons recensé cinq (5) espèces phytophages dominées par *Bactrocera oleae*. L'ordre des Thysanoptères englobe deux principales espèces de *Liothrips oleae* et *Frankiniella occidentalis*.

L'entomofaune utile est classée en deuxième position ; elle est représentée par un complexe prédateur - parasite très important. Elle est constituée de 20 prédateurs et 23 parasites soit environ 42% et 4,09 % du nombre global de l'entomofaune recensé.

Chez les prédateurs, les *Coccinellidae* prédominent avec cinq (5) espèces. Elle est suivie par les *Carabidae* et les *Anthocoridae* avec trois (3) espèces pour chaque famille, les *Chrysopidae* avec deux (2) espèces et les *Miridae* avec une (1) seule espèce.

Le groupe des parasites est constitué principalement d'Hyménoptères tels que les *Braconidae* (12 taxons), *Encyrtidae* (5 espèces) et les Ichneumonidés (2 espèces) qui constituent le fondamental réservoir de ce groupe trophique.

Cependant, les autres catégories trophiques sont représentés par des pourcentages faibles à savoir les saprophages (1 espèce et 0,75 %), les polyphages (2 espèces et 0,43 %).

2.6.1. Les prédateurs

Le tableau ci-dessous (Tableau 22) consigne les diverses espèces de prédateurs dans le verger d'étude avec leurs statuts trophiques et leurs abondances relatives.

Tableau 22 : Les espèces prédatrices et leurs régimes trophiques dans la région de Mascara.

Noms d'espèces	Statuts trophiques	Ni	AR%
<i>Anthocoris nemoralis</i>	Prédateurs polyphages	27	0,93
<i>Orius sp</i>	Prédateurs polyphages	16	0,55
<i>Anthocoris sp</i>	Prédateurs polyphages	19	0,65
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Prédateurs zoophytophage	467	16,07
<i>Aeolothrips fasciatus</i>	Prédateurs thrips	9	0,31
<i>Chrysoperla carnea</i>	Prédateurs polyphages	64	2,20
<i>Chrysopa vulgaris</i>	Prédateurs polyphages	6	0,21
<i>Thaumatomyia sp</i>	Prédateurs polyphages	153	5,26
<i>Scymnus marinus</i>	Coccidiphages	1970	67,79
<i>Scymnus subvillosus</i>	Aphidiphages	51	1,75
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	Mycophage	2	0,07
<i>Stethorus punctillum</i>	Acarophage	92	3,17
<i>Exochomus nigriipennis</i>	Coccidophage	1	0,03
<i>Harpalus affinis</i>	Polyphages-granivores	2	0,07
<i>Carabidae sp</i>	Prédateurs polyphages	9	0,31
<i>Agabus uliginosus</i>	Prédateurs polyphages	12	0,41
<i>Cantharis paludosa</i>	Prédateurs polyphages	3	0,10
<i>Hydroporus pubescens</i>	Prédateurs polyphages	1	0,03
<i>Vespula germanica</i>	Entomophage	2	0,07

D'après les résultats regroupés dans le tableau ci-dessus, la famille des *Coccinellidae* prédomine avec cinq (5) taxons répartis dans quatre régimes trophiques. Les coccidiphages avec deux espèces : *Scymnus Marinus* (67,79%) et *Exochomus nigrippenis* (0,03%). On retrouve aussi les aphidiphages avec une seule espèce *Scymnus subvillosus* (1,75%) ; ce prédateur bénéficie ainsi d'une large biomasse de nourriture constituée de sept (7) espèces de pucerons. Parmi les *Coccinellidae*, il est important de signaler la présence d'une coccinelle acariphage *Stethorus punctillum* (3,17 %) qui se nourrit d'acariens vivants dans le verger et une coccinelle mycophage *Psyllobora vigintiduopunctata* (0,07%). Une autre espèce particulière est aussi observée, il s'agit d'une zoophytophage : *Nesidiocoris tenuis* (16,07%).

Les prédateurs polyphages se placent en troisième rang avec dix (10) espèces, soient environ 10% de l'entomofaune utile dans le verger. Il y a lieu de citer dans ce contexte, le *Chrysoperla carnea* (2,2%), *Anthocoris nemoralis* (0,93%), *Agabus uliginosus* (0,41%), *Cantharis paludosa* (0,10%), *Hydroporus pubescens* (0,03%) et *Chrysopa vulgaris* (0,21%). Un autre prédateur mérite aussi d'être signalé, il s'agit du thrips : *Aeolothrips fasciatus*. Ce dernier, avec une abondance relative de 0,31%, se trouvant sur les oliviers peut être considéré comme une espèce prédatrice facultative ; mais qui peut changer de statut d'une année à une autre. Enfin, l'ordre des hyménoptères comprend l'espèce *Vespula germanica* (0,07%), reconnu comme un entomophage

2.6.2. Les parasitoïdes

Les résultats pour l'abondance relative et l'état nutritionnel de chaque espèce de parasite recensé sont répertoriés dans le tableau 23.

Tableau 23 : Les espèces parasites et leurs régimes trophiques dans la région de Mascara.

Noms d'espèces	Statuts trophiques	Ni	AR%
<i>Ephedrus plagiator</i>	Parasitoïdes Polyphage- Aphidiphages	07	02,49
<i>Phoridae sp</i>	Parasitoïdes polyphages	51	18,15
<i>Apanteles sp</i>	Parasitoïdes polyphages	01	00,36
<i>Diaeretiella rapae</i>	Aphidiphages	08	02,85
<i>Aphidius colemani</i>	Aphidiphages	02	00,71
<i>Chelonus elaeaphilus</i>	Parasitoïde de <i>Prays oleae</i>	06	02,14
<i>Opius sp</i>	Parasitoïdes de larves de lépidoptères	05	01,78
<i>Ceraphron sp</i>	Parasitoïdes des mouches/ Hyperparasite	21	07,47
<i>Mymaridae sp</i>	Parasitoïdes polyphages (d'œufs des cicadellides)	43	15,30
<i>Coccophagus lycimnia</i>	Parasitoïdes polyphages des cochenilles	01	00,36
<i>Bethylus sp</i>	Parasitoïdes des chenilles	21	07,47
<i>Trichopria sp</i>	Parasitoïdes des mouches	06	02,14

<i>Quadrastichus sp</i>	Parasitoïdes de larves de lépidoptères	02	00,71
<i>Diglyphus sp</i>	Parasitoïdes des mineuses diptères (Agromyzidae)	02	00,71
<i>Chrysocharis sp</i>	Aphidiphages	10	03,56
<i>aphidivorus Syrphophagus</i>	Hyperparasitoïde/Aphidiphages	08	02,85
<i>Psyllaephagus blastopsylla</i>	Parasitoïde du psylle	12	04,27
<i>Encyrtidae sp</i>	Parasitoïdes oophage	37	13,17
<i>Pachyneuron aphidis</i>	Hyperparasite	03	01,07
<i>Alloxysta victrix</i>	Hyperparasite	11	03,91
<i>Diadegma sp</i>	Parasitoïdes de chenilles	20	07,12
<i>Crossocerus sp</i>	Parasitoïdes des scolytes	04	01,42

Nos résultats montrent que les guêpes sont réparties en douze (12) familles. La plus importante et la plus étendue est la famille des *Braconidae* avec 6 espèces. Les Aphidiphages prédominent avec trois (3) espèces et représentent environ 6% de l'effectif total : *Ephedrus plagiator* (2,49%), *Diaeretiella rapae* (2,85%) et *Aphidius colemani* (0,71%). Il existe aussi un parasitoïde de *Prays oleae* : *Chelonus elaeaphilus* (2,14%) et *Apanteles sp* qui sont des parasites polyphages. La famille des *Encyrtidae* occupe la deuxième place avec cinq espèces. Des parasites oophages sont aussi inventoriés ; il s'agit de : *Encyrtidae sp* (13,17%), des parasites psylles : *Psyllaephagus blastopsylla* (4,27%), des parasitoïdes de mineuses diptères : *Diglyphus sp* (0,71%) et deux espèces aphidiphages : *Chrysocharis sp* (3,56%) *Aphidivorus Syrphophagus* (2,85%). Les autres familles sont considérées qualitativement comme importante avec une fréquence d'occurrence 50% (espèces accessoires) ; la plupart sont des guêpes qui parasitent différentes catégories.

Par ailleurs, il y a lieu de signaler aussi :

- ✓ Les parasites de larves de lépidoptères : *Opius sp* (1,78%), *Quadrastichus sp* (0,71%);
- ✓ Les parasites de mouches: *Ceraphron sp* (7,47%), *Trichopria sp* (2,14%);
- ✓ Les parasites des chenilles: *Bethylus sp* (7,47%), *Diadegma sp* (7,12%) ;
- ✓ Et un parasite des scolytes : *Crossocerus sp* (1,42%) ;
- ✓ Il existe aussi des parasites polyphages et la présence des hyperparasites : *Pachyneuron aphidis* (1,07%), *Alloxysta victrix* (3,91%).

3. Etude des principaux bioagresseurs de l'olivier

Après que nous dressons en premier lieu une liste des principales espèces inféodées aux oliviers, nous allons par la suite présenter un aperçu bioécologique de ces insectes (Taux d'infestation, Abondance relative, Densité, Fluctuations temporelles, ... etc).

3.1. Liste des principales espèces ravageuses de l'olivier dans la région de Mascara

Notre inventaire fait ressortir sept (7) insectes ravageurs de l'olivier dans la région d'Oued Taghia (Mascara). Le plus dominant étant le psylle d'olivier *Euphyllura olivina*, très fréquent, survenant pendant tous les mois de l'année, avec 2465 individus soit environ 43,75% du taux d'infestation des rameaux examinés durant la période d'étude (Figure 35).

L'infestation des oliviers par le psylle est hétérogène ; les plus fortes infestations coïncident avec les stades de débourrement des bourgeons, jusqu'au début de la nouaison des fruits. *Bactrocera oleae* dénombre 392 individus et un taux d'infestation total du verger de 33%. Arrive ensuite *Parlatoria oleae* avec 166 individus et un taux d'infestation de 17,44%.

L'infestation est cependant très variable entre les différentes parties attaquées (feuille, fruit). En effet, le taux le plus élevée est observée au niveau des fruits. Les deux derniers ravageurs causent plus de dégât sur fruit, ce qui affecte directement le rendement. ils sont suivies par *Liothrips oleae* avec 105 individus et un taux d'infestation de 17.44%.

Par contre, *Aleurolobus olivinus*, *Otiorhynchus cribricollis* et *Prays oleae* sont considérés des ravageurs de second ordre dans notre zone d'étude, puisqu'elles dénombrent seulement 66, 7 et 1 respectivement, en causent moins de dégâts que les autres espèces nuisibles.

Les effectifs des sept (7) principaux ravageurs de l'olivier dans la région d'Oued Taghia (Mascara) durant la période d'étude sont illustrés par la figure suivante :

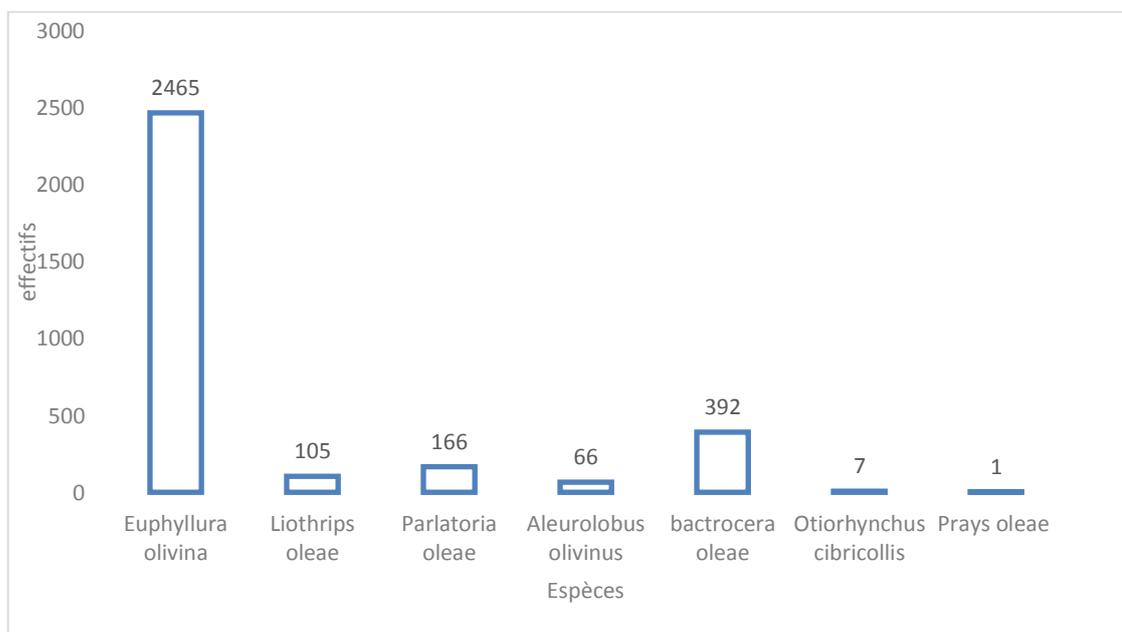


Figure 35: Effectifs des ravageurs de l'olivier dans la région de Mascara.

3.2. Taux d'infestation du verger par les bio agresseurs

3.2.1. Par le psylle d'olivier : *Euphyllura olivina*

L'infestation des oliviers par le psylle est hétérogène ; les infestations les plus importantes coïncident avec les stades de débourrement, jusqu'au début de la nouaison. Le taux d'infestation est variable en fonction des directions cardinales (Figure 36). L'orientation Ouest de l'arbre est la plus attaquée par le psylle avec un taux de 28,5 % ; vient ensuite la direction Sud et nord avec 22,8%. En revanche, les directions Est avec un taux de 17%, et le Centre est le moins attaqué avec 8,5%.

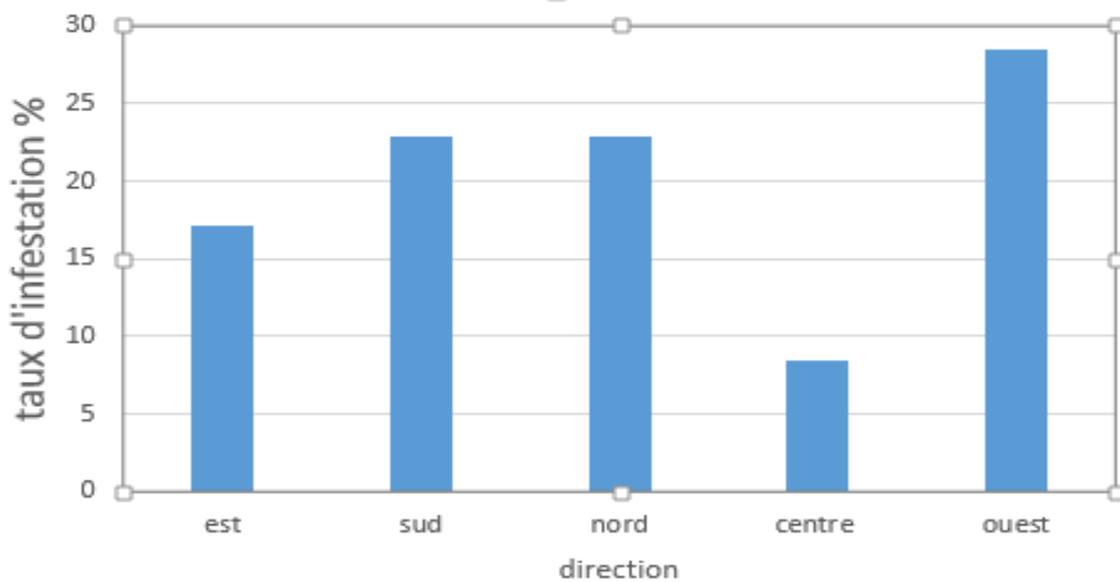


Figure 36 : Taux d'infestation par le psylle de l'olivier/par direction

3.2.2. Par la mouche d'olive : *Bactrocera oleae*

Le taux d'infestation total du verger d'étude par *B. oleae* est de 33 %. Ce taux d'infestation fluctue selon les directions cardinales (Figure 37). Le côté Ouest de l'arbre est le plus attaqué par la mouche avec un taux de 23,63 %. La direction Centre est infestée avec un pourcentage de 20,83. En revanche, les directions Est et Sud sont égales avec un taux de 19%, et la direction Nord est la moins touchée avec 15%.

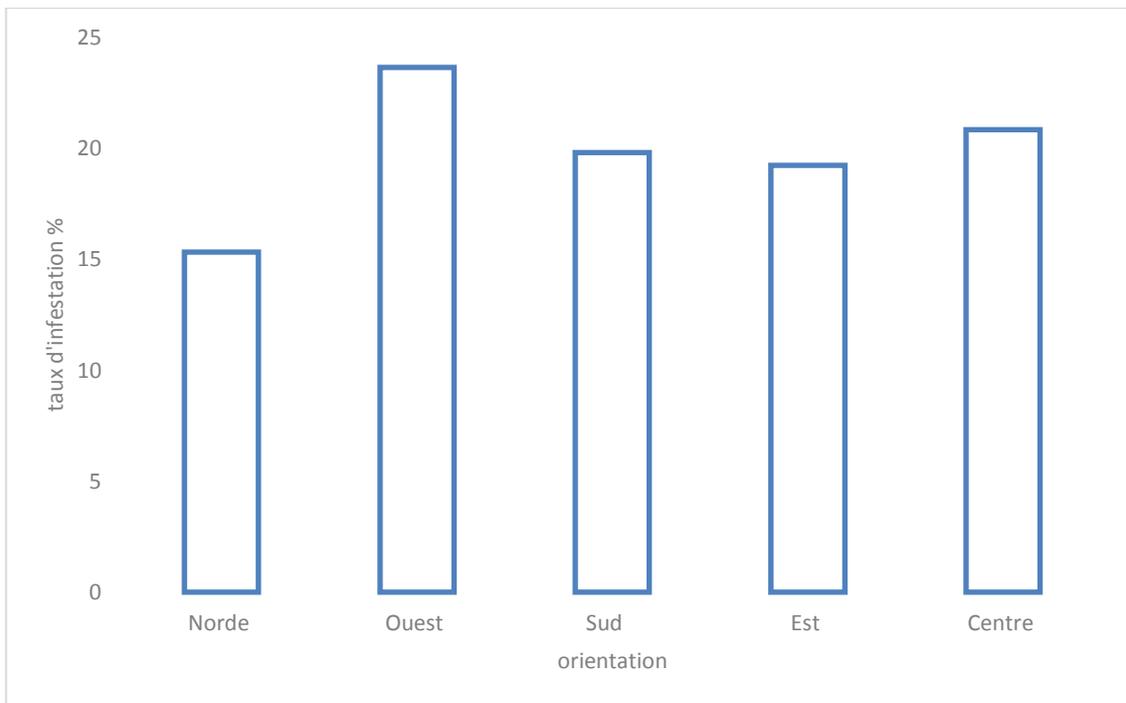


Figure 37 : Taux d’infestation la mouche d’olive en fonction de la direction cardinale.

3.2.3. Par la cochenille violette de l'olivier : *Parlatoria oleae*

Le taux d’infestation global par *P. oleae* est estimé à 17,44%. Cette infestation est cependant très variable entre les différentes parties attaquées (feuille, fruit). En effet, le taux le plus élevé est observé au niveau du fruit et l'orientation Est et Centre de l'arbre avec respectivement 26,38% et 25,27 %. En revanche, au niveau des feuilles, c'est l'orientation Centre qui représente le taux d’infestation le plus élevé (Figure 38).

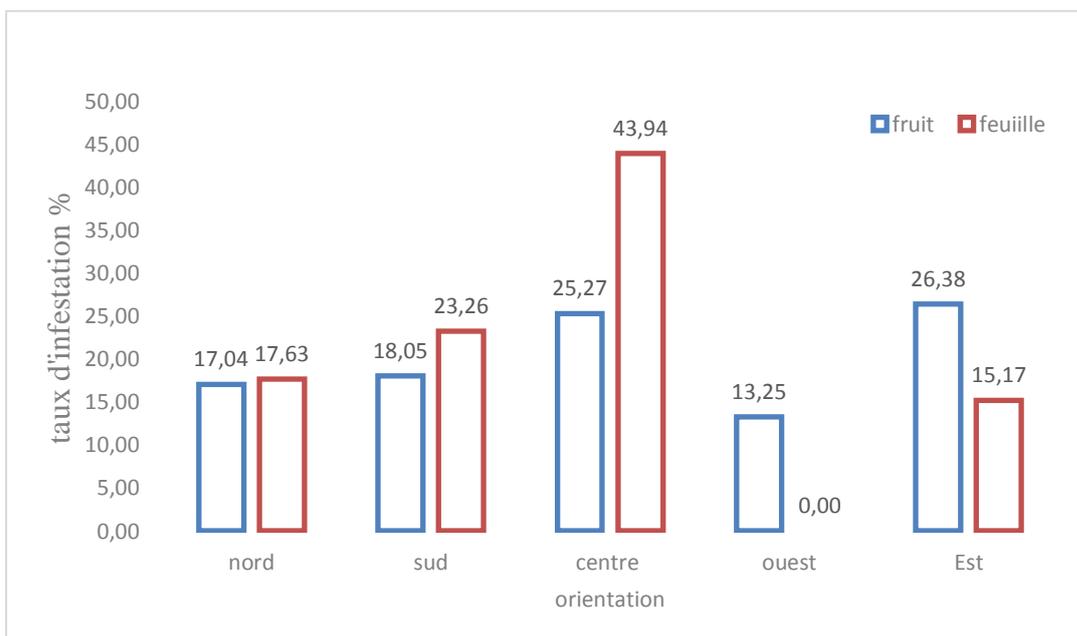


Figure 38 : Taux d’infestation par *Parlatoria oleae* en fonction de l’orientation.

3.2.4. Par le thrips de l'olivier : *Liothrips oleae*

Ce thrips, avec son appareil buccal de type piqueur suceur, suce la sève des celles qui constituent les feuilles. Le feuillage de plantes touchées est marqué de minuscules taches grises, prenant l'aspect de stries argentées avec le temps. Ces piqûres provoquent la déformation des feuilles. L'infestation par *L. oleae* de l'olivieraie est de 23,12% des rameaux examinés.

3.2.5. Par l'Otiorhynque de l'olivier : *Otiorhynchus cribricollis*

Les dégâts d'*Otiorhynchus* sur les feuilles résident dans la découpe d'encoches à leur périphérie ; en cas de forte attaque, il peut entraîner une défoliation totale. L'infestation par *O. cribricollis* de l'olivieraie est de 37,45% des rameaux examinés.

3.3. Bio-écologie et dynamique des principales bioagresseurs de l'olivier

3.3.1. Bio-écologie d'*E. olivina*

3.3.3.1. Évolution de la densité des stades larvaires

Les premiers œufs d'*E. olivina* sont enregistrés en début avril avec un pic de 188 œufs sur la variété Sigoise ; puis on assiste à une régression brutale en effectifs, 82 œufs à la fin d'Avril et 5 œufs au début du mois de Mai. Cette période coïncide avec la progression des températures et la diminution de l'humidité durant ce dernier mois de la période printanière. En période estivale, aucun œuf n'a été aperçu.

Par conséquent, nous avons ainsi constaté l'existence de deux (2) générations printanières de psylle ; cela été confirmé par l'apparition des larves et adultes. En effet, les larves apparaissent dès le début de notre échantillonnage ; le premier pic a été enregistré au mois d'avril avec une densité des larves L5, L4, L3, L2, L1 de 156, 73, 34, 12 et 14 larves respectivement ; le deuxième est atteint au mois de mai avec des effectifs de 120, 66, 16, 4 et 2, respectivement pour les cinq (5) stades larvaires. Nous avons ainsi noté que les stades jeunes L1 à L3 sont les plus fragiles, chez lesquels on note une nette diminution des effectifs. En revanche, les nymphes et les prénymphe sont plus résistantes. Cette vulnérabilité des stades jeunes est, fort probablement, due à plusieurs causes de mortalité et surtout par la fragilité des tissus, causant une diminution par la suite jusqu'à la disparation totale fin juin. Au-delà de ces dates, les larves ne sont plus présentes (Figure 39).

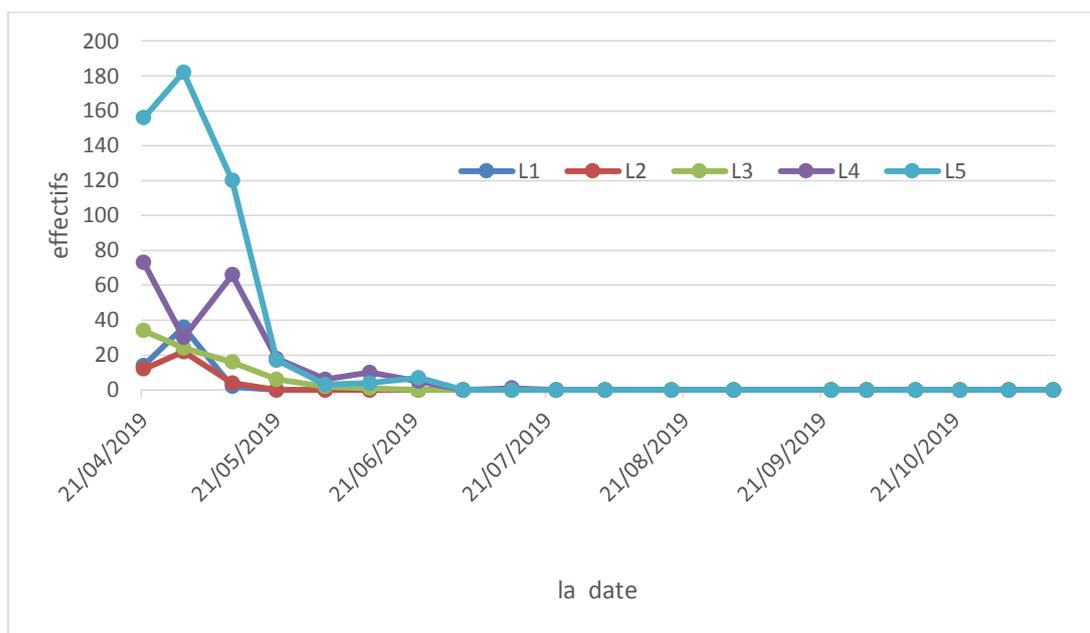


Figure 39 : Densité des larves du psylle de l'olivier (L1, L2, L3, L4, L5).

3.3.3.2. Fluctuations des populations adultes du psylle de l'olivier

L'évolution temporelle des différents stades larvaires prennent une allure similaire à celle illustrant l'évolution temporelle des pontes avec l'apparition de deux pics qui correspondent à trois générations : deux (2) printanières importantes et une estivale de moindre impact.

L'évolution de la dynamique des adultes du psylle, durant l'année 2019, est illustrée par la figure 40. L'analyse de cette courbe révèle que une activité et une présence importante des adultes durant la période allant du mois d'avril jusqu'au début du mois novembre. En effet, deux pics importants sont enregistrés durant la période printanière, avec un 1^{er} maximum au mois d'avril avec 300 individus ; le deuxième pic est atteint au mois de juin avec 139 individu et un 3^{em} pic de moindre importance à la fin juillet. De plus, avec les températures estivales dépassant les 30°C, une forte mortalité est observée par rapport à l'effectif total des adultes.

Une évolution identique a été observée en 2021. L'examen de la courbe (Figure 41) montre clairement qu'*E. olivina* développe deux générations durant cette période d'activité de l'insecte et la période printanière semble la plus favorable au développement du psylle de l'olivier. Cela coïncide, vraisemblablement, avec le réveil végétatif de la plante et le déclenchement de la poussée de sève printanière. La première génération a débuté en mars avec un pic important au mois d'avril avec 357 individus, coïncidant avec la première poussée de sève, et s'est terminée au début juin, tandis que la deuxième génération, de moindre importance s'est déclenchée en début juin et a pris fin en juillet.

La répartition des générations de psylles de l'olivier est différente selon les années. On observe des effectifs élevés de psylle surtout au printemps et une très forte mortalité en été. Cela est, principalement et vraisemblablement, dû à des facteurs climatiques tels que la température et l'humidité de l'air et à des facteurs biotiques, souvent représentés par des ennemis naturels, des parasites ou des prédateurs. Ces différents paramètres sont principalement responsables de l'évolution des ravageurs des cultures.

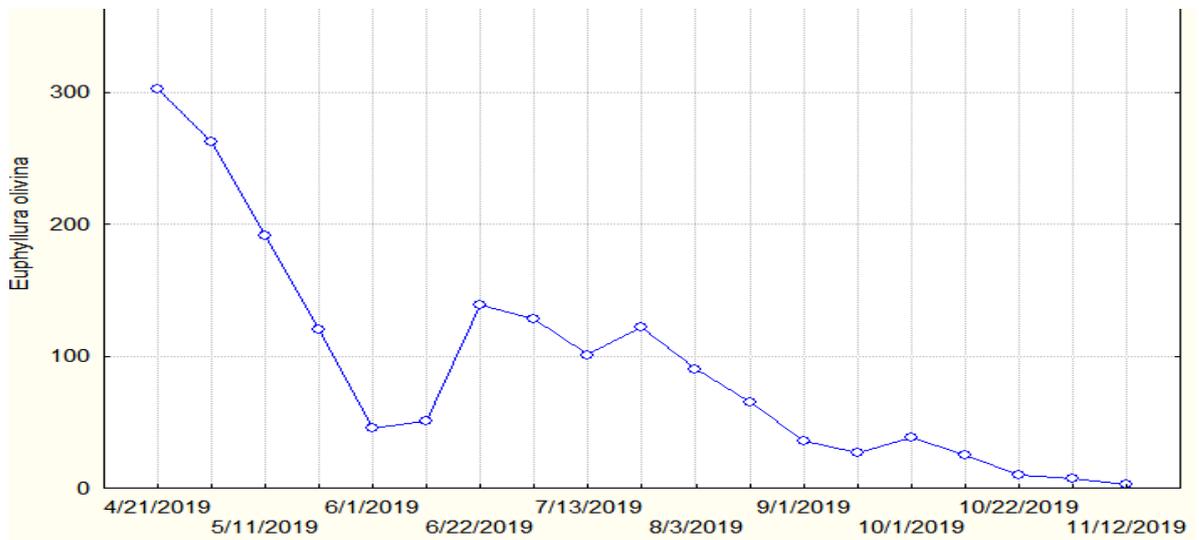


Figure 40 : Evolution des adultes d'*E. olivina* en 2019.

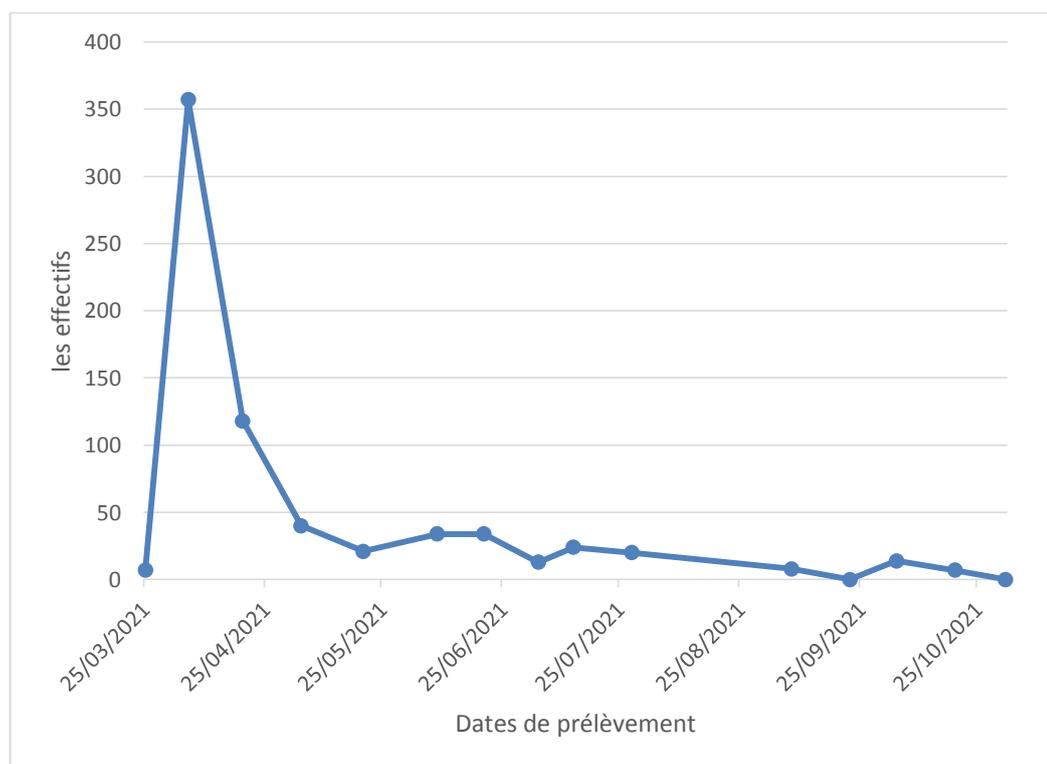


Figure 41 : Evolution des adultes d'*E. olivina* en 2021.

L'analyse de l'ACP révèle l'effet des températures sur les différents stades du psylle. Dans le cercle de corrélation (Figure 42), la 1^{ère} composante (F1), contribuant avec 74,99 % de l'information totale, est défini par le paramètre de température moyenne. La 2^{ème} composante (F2), est défini par les différents stades avec une inertie de 13,14 %. Nous pouvons donc conclure qu'il y a une corrélation négative entre eux de -0,34, indiquant une relation inversement proportionnelle.

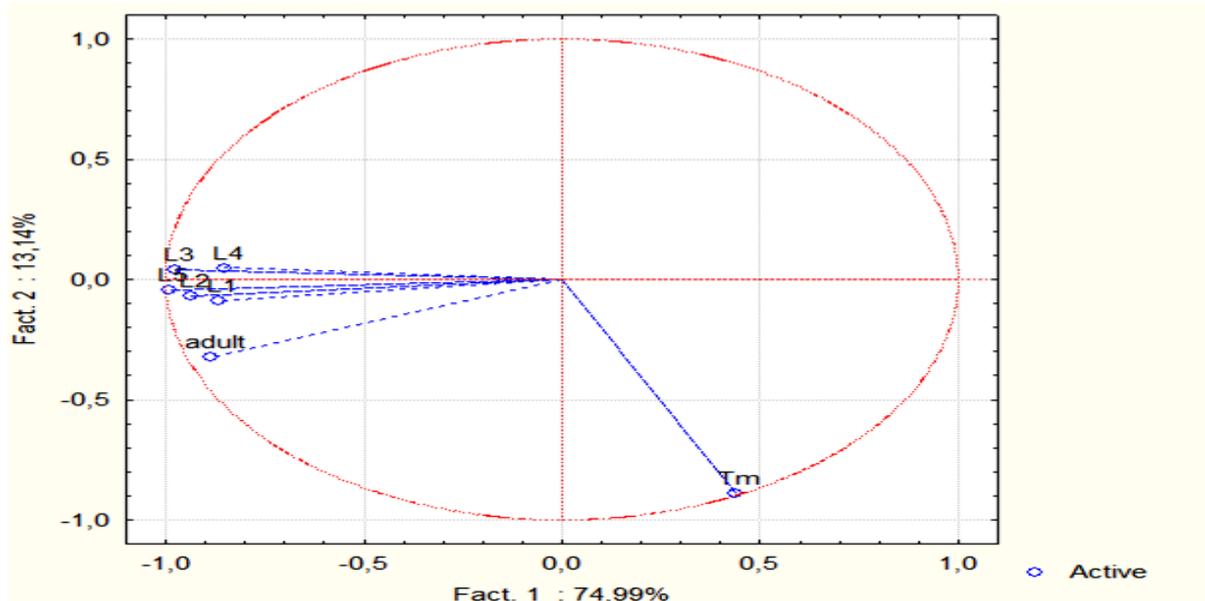


Figure 42: Cercle de corrélation entre température et différents stades du psylle de l'olivier (œufs, L1, L2, L3, L4, L5, femelle adulte et mâle adulte, Tm ; température moyenne) par ACP.

3.3.2. Dynamique des populations de *B. oleae*

La première apparition de la mouche d'olivier a été aperçue en mi-juillet avec un nombre maximal d'adultes qui s'élève à 34 mouches, fléchi ensuite à 3 à la fin du mois septembre, et progresse une autre fois pour atteindre un niveau de 16 mouche au début du mois de octobre. Le troisième pic est enregistré trois (3) semaines après le précédent avec 25 individus, puis une réduction légèrement est notée durant deux (2) mois ; on peut qualifier cette période de l'hivernation. L'année suivante, un quatrième pic est repéré au mois de janvier. A partir de ces résultats, nous pouvons ainsi déduire la présence de quatre (4) générations de la mouche d'olivier dans nos conditions (Figure 43).

Concernant la deuxième année (2021), un seul maximum est enregistré par rapport à la première année d'étude, avec un taux d'infestation de 07,88 %. En effet, en 2021, les mouches sont apparues durant la dernière décade du mois de mai avec trois (3) mouches. On passe presque sans transition puisque qu'on assiste à une augmentation brusque d'individus (94) suivie d'un dénombrement presque nulle pendant le seul mois de juillet ; la densité

numérique des mouches demeure très faible pendant le mois d'août et durant la période automnale (Figure 44).

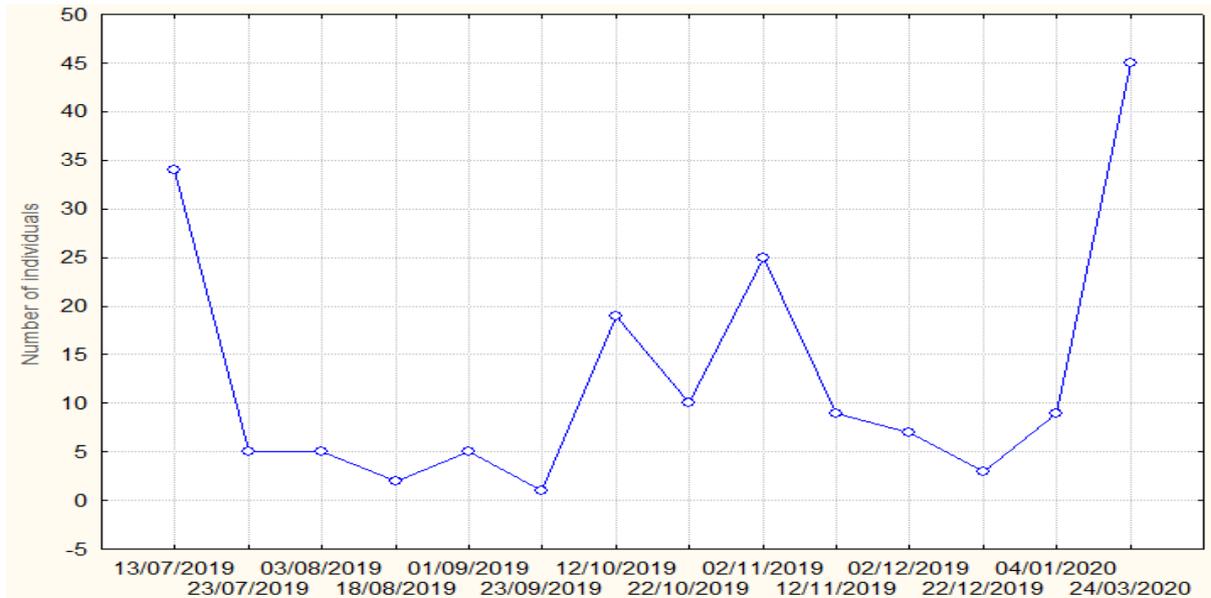


Figure 43 : Fluctuation des effectifs de la population totale de *Bactrocera oleae* sur l'olivieraie d'Oued Taghia (Mascara) en 2019

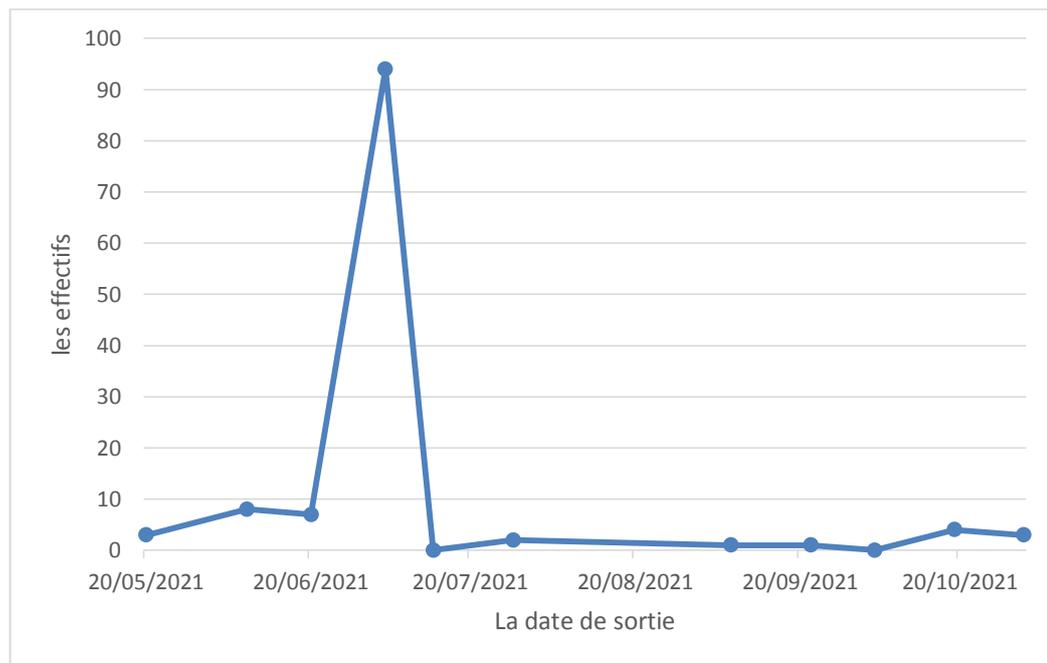


Figure 44 : Fluctuation des effectifs de la population totale de *Bactrocera oleae* sur l'olivieraie d'Oued Taghia (Mascara) en 2021

L'analyse de l'ACP (Figure 45) révèle l'effet des températures et des hygrométries extrêmes sur le développement de la mouche. Les deux axes 1 et 2 contribuent relativement à une inertie expliquée pour chacune des axes (F1= 60.64% ; F2= 30.51%). Nous pouvons

conclure que la température optimale pour l'évolution de *B. oleae* se situe autour de 28 C° ; au-dessus de 31 C°, cesse la ponte des œufs ; l'activité du vol augmente au-dessus de 11°C.

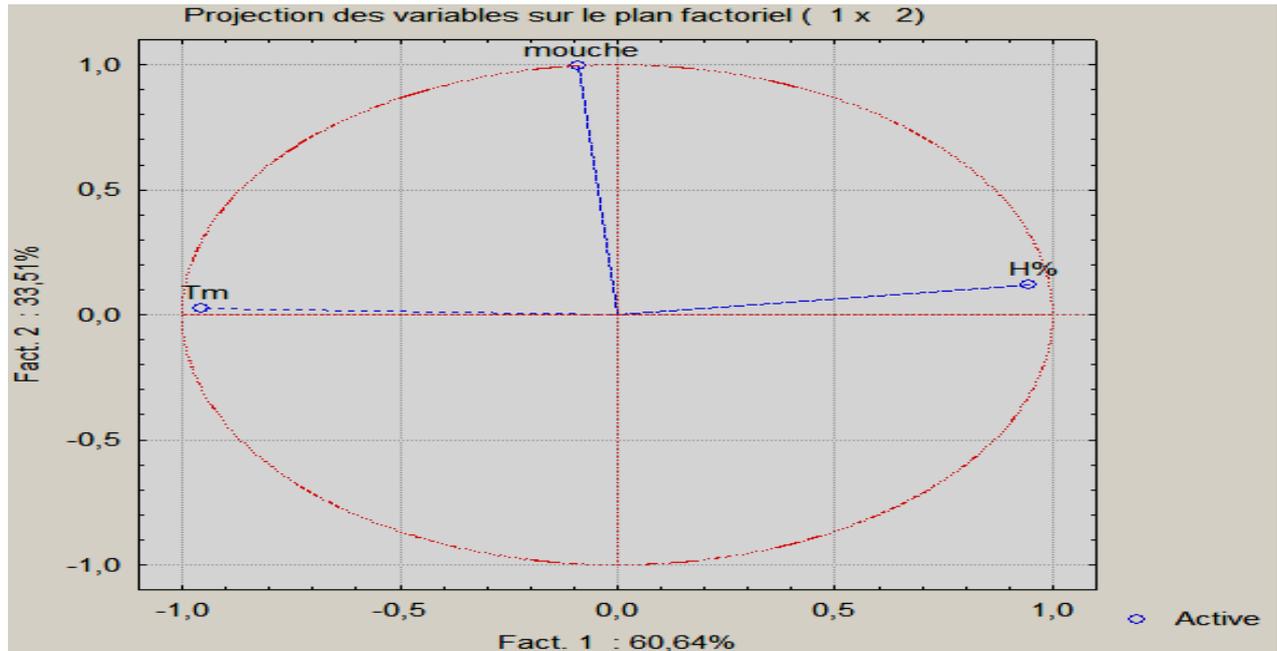


Figure 45: Analyse en composante principale (ACP) de l'évolution temporelle de la mouche par rapport les deux paramètres (température, l'humidité).

3.3.3. Bio-écologie de *Parlatoria oleae*

L'activité intense de la cochenille violette est observée pendant les mois d'automne. Une augmentation progressive des cochenilles est observée durant les mois septembre et octobre jusqu'à un pic de 49 individus en 2019. Les femelles de cette génération ont pondu en moyenne 6 œufs/femelle pour l'année 2019 et 4 œufs/femelle pour l'année 2021.

Les prénymphe et nymphes ont été comptés dès la fin du mois d'octobre jusqu'au mois de novembre pour la génération automnale avec respectivement 44, 16 individus ; de plus, les effectifs des adultes ont atteint 38 individus. En revanche, en 2021, les effectifs ont connu d'énormes fluctuations, puisque nous avons enregistré deux pics majeurs pendant le début du mois de juillet et le mois de septembre avec 18 et 13 individus respectivement. Nous pouvons ainsi retenir l'existence de deux générations, une génération estivale et une autre automnale (Figure 46). Par contre, une seule génération automnale peut être retenue en 2019.

Par ailleurs, la dynamique des populations fluctue fortement d'une génération à l'autre et d'une année à l'autre, avec des différences marquées entre les différents stades de développement. Les effectifs enregistrés la première année sont généralement supérieurs à

ceux enregistrés la deuxième année. Cette différence dépend, rassemblement, des conditions climatiques de la région.

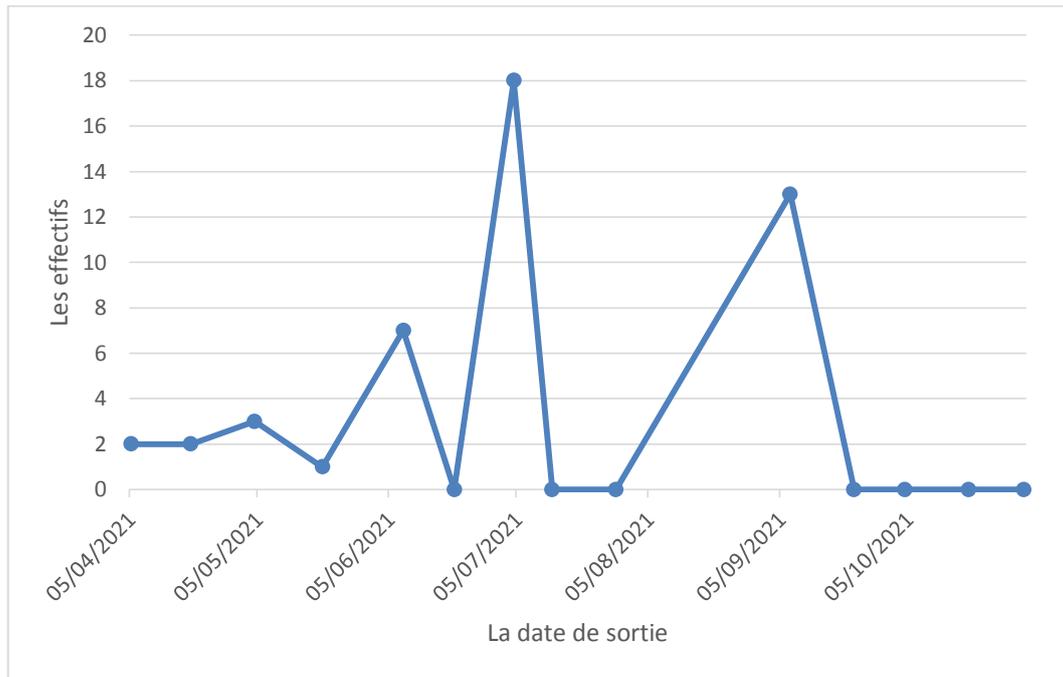


Figure 46 : Evolution des effectifs de *P. oleae* au cours de l'année 2021

3.3.4. Bio écologie du thrips de l'olivier

La première apparition du thrips de l'olivier a été notée en mi-Avril avec un nombre maximal d'adultes qui s'élève à 24 thrips jusqu'à un pic de 42 individus en mai 2021, suivi d'une chute brutale pour atteindre un dénombrement de 7 thrips au mois de juin. De plus, durant les mois de juillet et août, nous assistons à un état presque stationnaire puisque nous avons recensé un nombre identique environ 6 individus ; de plus, nos différentes sorties durant tout le mois de septembre n'ont révélé aucun individu de thrips de l'olivier.

Une dynamique de thrips de l'olivier presque identique s'observe en 2019 dans la région d'étude, mais en faibles effectifs. Nous pouvons ainsi déduire, d'après nos résultats, l'existence d'une (1) seule génération printanière du thrips de l'olivier (Figure 47).

D'autre part, il a été signalé, en 2021, un autre ravageur de thrips : *Frankiniella occidentalis*. Son activité se situe durant les mois de printemps avec un pic de 14 individus au mois de mai ; une régression progressive est observée durant les mois suivants de l'été (Figure 48).

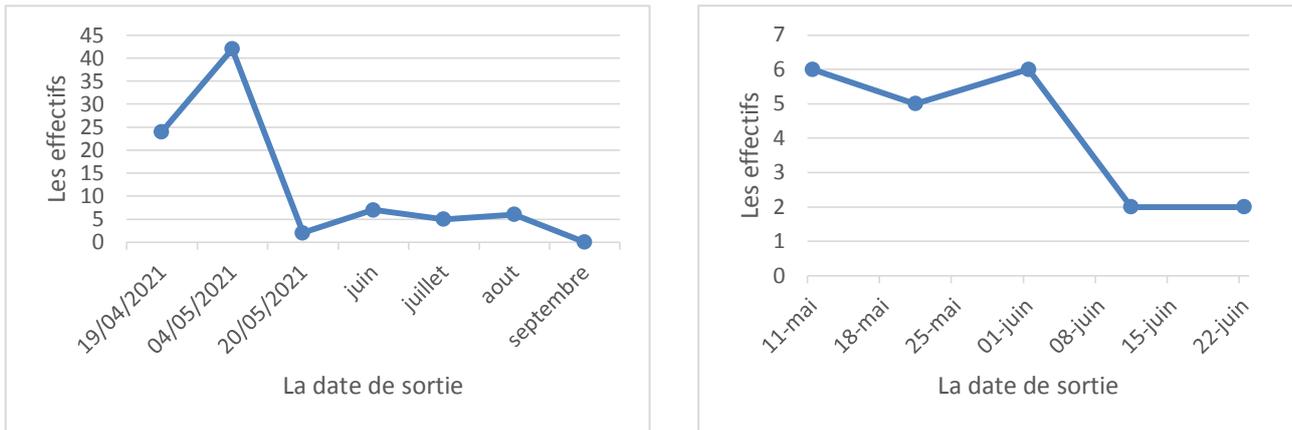


Figure 47 : Evolution des effectifs de *Liothrips oleae* au cours de l'année 2021 et 2019.

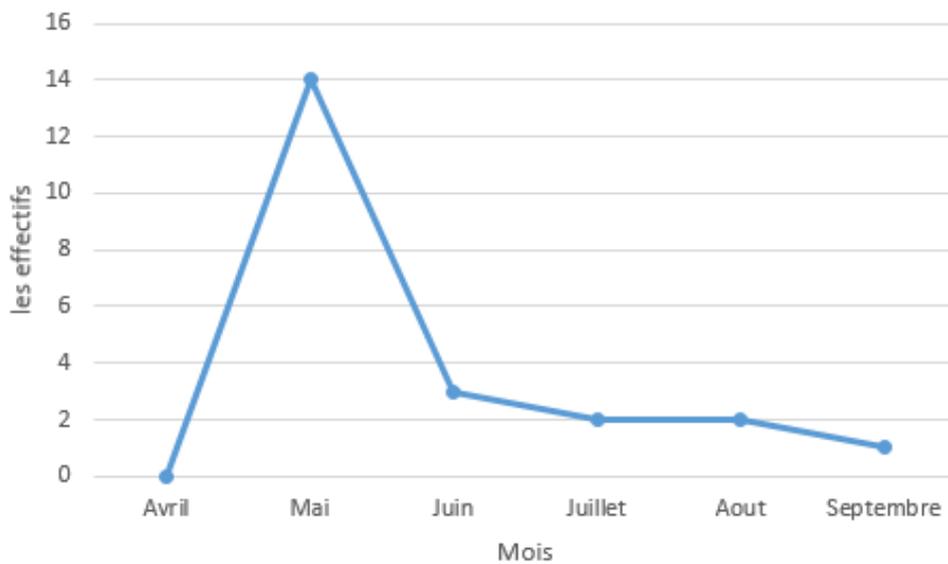


Figure 48 : Evolution des effectifs de *Frankiniella occidentalis* au cours de l'année 2021.

3.3.5. Bio-écologie d'*Aleurolobus olivinus*

Tout au long de la période d'étude, la répartition des aleurodes varie selon les années. Le nombre d'aleurodes étant plus faible en 2019 par rapport à 2021 qui cumule un effectif de 59 individus. Une seule génération peut être retenue durant la période d'avril à septembre. La première apparition de l'aleurode de l'olivier a été enregistrée pendant le mois de juin, suivi d'une élévation graduelle puisque nous avons noté 10 individus au mois de juillet pour atteindre un niveau 41 aleurodes au mois d'août ; ce dénombrement fléchi par la suite : 8 individus à la fin du mois septembre (Figure 49). En fait, il y a lieu de signaler que, pendant cette période, les aleurodes n'ont pas été retrouvés sur des feuilles d'olivier, mais sur des pièges jaunes.

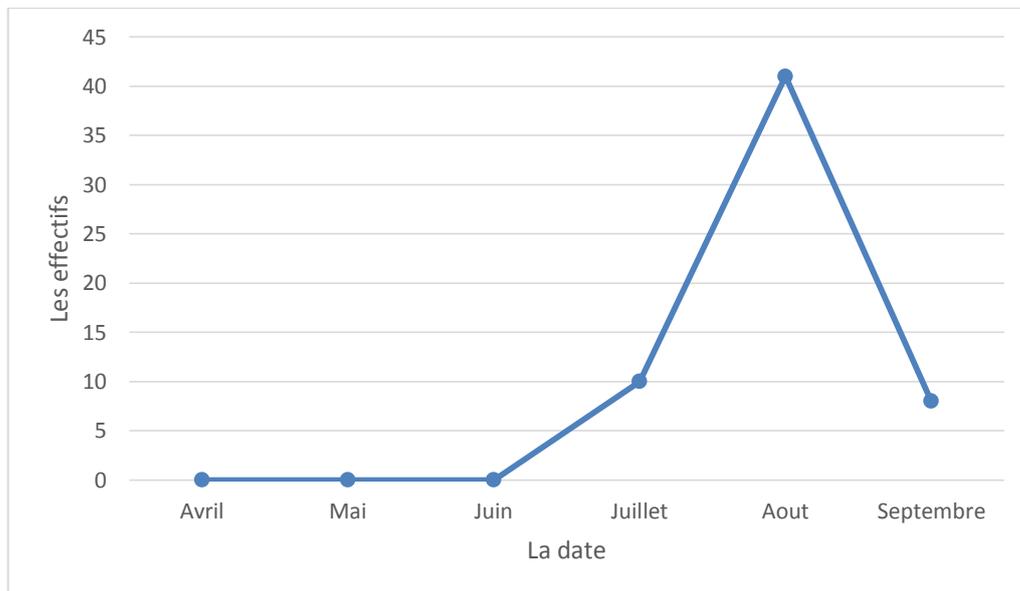


Figure 49 : Evolution des effectifs d'*Aleurolobus olivinus* au cours de l'année 2021

4. Évolution temporelle des prédateurs et des ravageurs

4.1. Psylle-ennemis naturels

Les effectifs des différents auxiliaires varient au cours de l'année. L'apparition des auxiliaires commence vers la fin avril ; elle est liée à la reprise de l'activité de divers déprédateurs, notamment le psylle de l'olivier. En effet, nous avons remarqué durant cette période que les populations de *Coccinellidae* augmentent régulièrement. Ceci a été observé avec l'espèce *Scymnus marinus* qui joue un rôle très important dans la régulation des populations d'*E. olivina* (Figure 50), en consommant ses œufs pour assurer son cycle de vie, ce qui indique une relation inversement proportionnelle entre eux. Après une très nette progression des populations de *Scymnus marinus* constatée, jusqu'à un pic de 212 individus au mois de juillet, une régression est remarquée au-delà où on ne compte plus que 15 le 22 octobre 2021 et une disparition totale des populations d'*E. olivina* au mois de novembre. L'analyse de l'ACP (Tableau 24) révèle la présence des corrélations négatives de -0,06 entre *Scymnus marinus* et *E. olivina*. *Scymnus subvillosus* (Coccinellidae) présente aussi une corrélation négative avec *E. olivina* de -0,15.

De plus, la présence d'autres prédateurs et parasitoïdes polyphages permettent aussi le contrôle des populations du ravageur *Euphyllura olivina*. En effet, il y a lieu de citer un parasitoïde du psylle *Psyllaephagus blastopsylla*, apparu dans la dernière décade du mois d'avril (19/04/2021). Après cette date, le dénombrement des populations du psylle de l'olivier a nettement diminué. Malheureusement, Cette situation n'a pas duré et ce prédateur n'a pas pu contenir les populations du ravageur en raison vraisemblablement de la forte pullulation d'*Euphyllura olivina*.

Quant à la punaise prédatrice, *Anthocoris nemoralis*, sa présence est restée à des niveaux très bas tout au long de l'année avec un pic de 8 individus signalé au mois de mai et une corrélation positive de 0,15 avec *E. olivina*,

Par ailleurs, les populations de *Chrysopidae* sont présentes toute au long de la période d'expérimentation. Ils sont capturés beaucoup plus à l'état larvaire qu'à l'état adulte, en particulier l'espèce *Chrysoperla carnea* qui est très dominante dans le verger. La larve de cette espèce s'est alimentée de six (6) adultes de psylles seulement pendant une heure après une petite expérimentation par moi en laboratoire dans une boîte de pétri. En effet, l'analyse de l'ACP montre une corrélation négative de (- 0,24) confirmant l'effet de la population des Chrysopes sur les populations des psylles avec une relation inversement proportionnelle. Enfin, *Nesidiocoris tenuis*, présente est une corrélation proche de zéro (0,07) avec *E. olivina*,

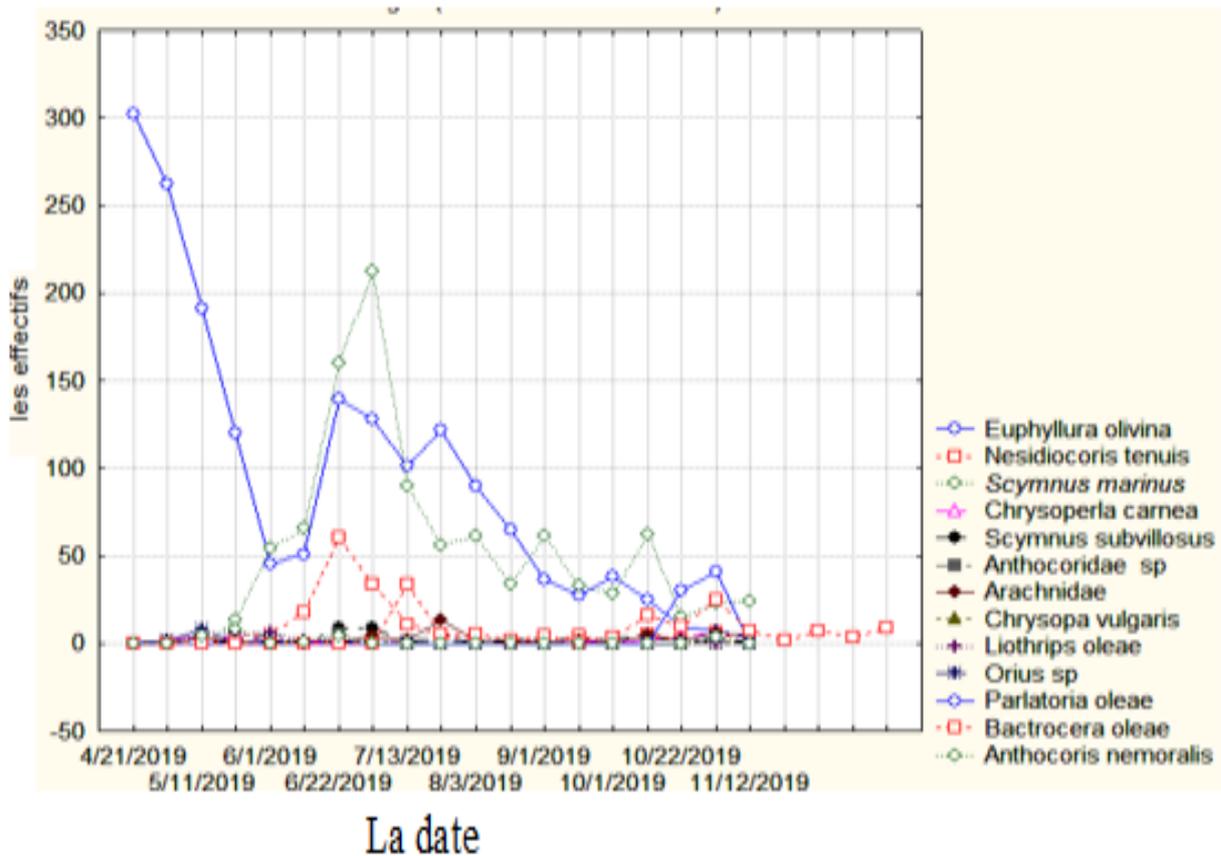


Figure 50 : Evolution temporelle des prédateurs avec les ravageurs.

Tableau 24 : Matrice de corrélation entre les prédateurs et le ravageur psylle.

Espèce	<i>Euphyllura olivina</i>
<i>Scymnus marinus</i>	-0.06
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	0.07
<i>Chrysoperla carnea</i>	-0.24
<i>Scymnus subvillosus</i>	-0.15
<i>Anthocoris nemoralis</i>	0.15
<i>Orius sp</i>	0.27
<i>Anthocoridae sp</i>	0.16

4.2. Relation mouches-ennemis naturels

Divers auxiliaires ont une influence sur le contrôle de la mouche tels que les prédateurs ou les parasitoïdes (Figure 50). Dans le cadre de cette étude, nous avons pu identifier des hyménoptères parasitoïdes et prédateurs contre la mouche de l'olive. Au cours de l'année 2019 et 2021, nous avons pu suivre les fluctuations des populations de la mouche de l'olivier, ainsi que celles de leurs parasitoïdes. En 2019, nous avons trouvé des parasitoïdes à très faible abondance par rapport à l'année 2021.

Au cours de nos prospections, nous avons pu identifier deux genres de parasites de la mouche de l'olivier : *Ceraphron sp* et *Trichopria sp* qui comptent 21 et 6 individus respectivement. Ces deux (2) parasites ont été très actifs durant les mois d'avril, mai et juin, mais insuffisants pour contrôler les populations de la mouche. Par contre, le parasite oophage *Encyrtidae sp* était régulièrement présent toute au long de la période d'étude.

De plus, nous avons également noté la présence d'autres prédateurs coléoptères polyphages permettant ainsi le contrôle du ravageur, qui sont consommateurs des pupes des mouches dans le sol comme les carabes : *Harpalus affinis*, *Agabus uliginosus*, Carabidae sp. et quelques fourmis ; *Tapinoma sp*, *Camponotus barbaricus*, prédateurs dont l'efficacité est certaine mais difficilement mesurable en conditions naturelles.

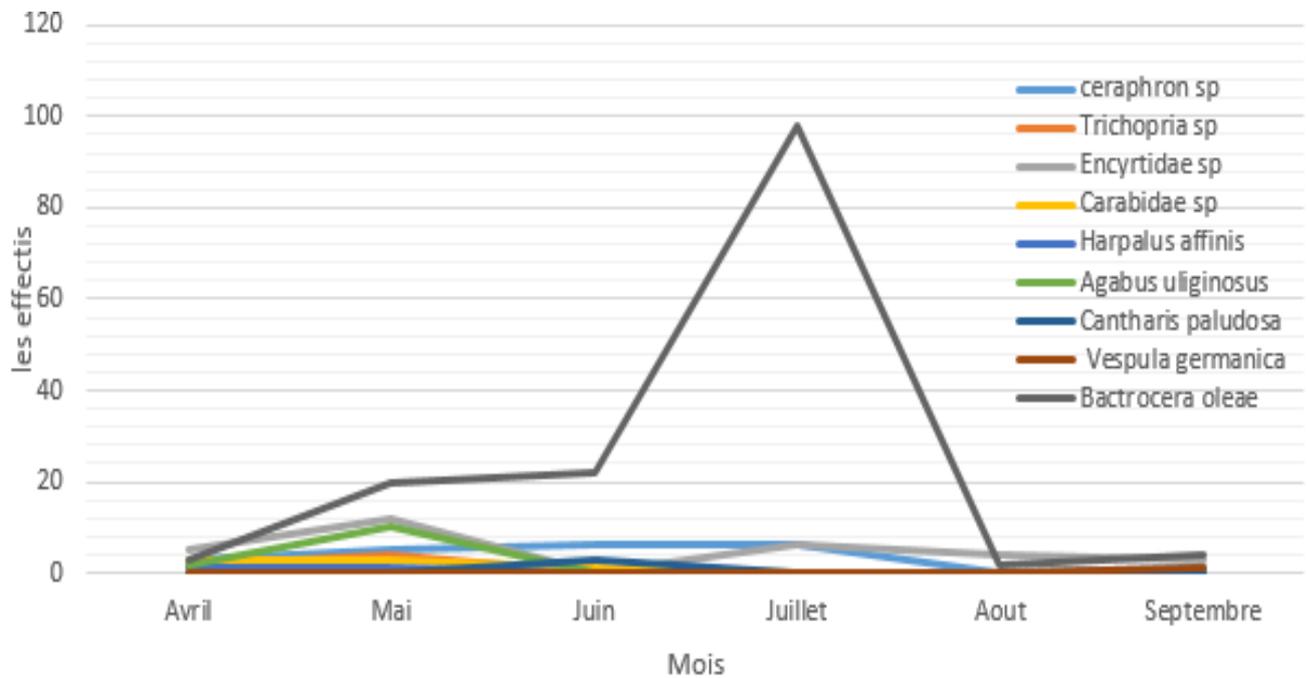


Figure 50 : Evolution temporelle des prédateurs avec la mouche d'olive.

4.3. Relation cochenille violette -ennemis naturels

Notre recensement fait ressortir la présence de certaines coccinelles d'intérêts agronomiques très importants dont des aphidiphages, des acarophages et des coccidiphages. Ce dernier groupe trophique est représenté par deux (2) espèces : *Scymnus marinus* et *Exochomus nigrippennis*, qui sont des prédateurs reconnus de cochenilles. En effet, durant l'an 2019, les générations estivales et automnales de *S. marinus* ont coïncidé en parfait synchronisme avec la génération automnale de *P. olea*, (Figure 51). Par conséquent, l'analyse de l'ACP (Tableau 25) révèle la présence des corrélations négatives de -0,24 entre *Scymnus* et *P. oleae*, indiquant de ce fait une relation inversement proportionnelle.

En 2021, Les résultats de nos prospections montrent également que les premières colonies de cochenilles qui se sont installées sur les feuilles sont attaquées par les coccinelles *S. marinus* et *E. nigrippennis*. Cela se traduit par la présence d'adultes de ces prédateurs avec des effectifs importants vers avril, mars et juin et en même temps avec la présence de cochenilles farineuses avec de faibles effectifs. Cette activité se poursuit tout le mois d'avril et s'étend jusqu'à la deuxième décennie d'octobre. Pour *Scymnus marinus*, des pics de 141 et 64 individus ont été dénombrés respectivement en juin et octobre. En revanche, pour la cochenille, il y a lieu de noter deux pics de 18 et 13 en juillet et septembre successivement. D'autre part, pour *E. nigrippennis*, son abondance est faible pendant la période d'étude (Figure 52).

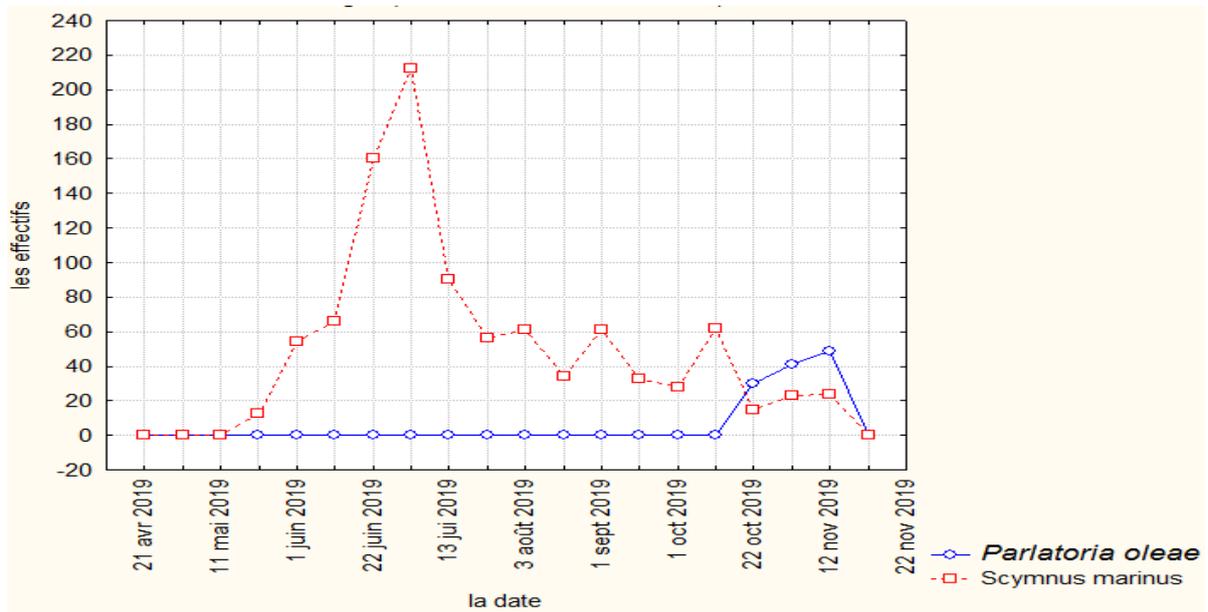


Figure 51 : Evolution temporelle *Scymnus* avec *P. oleae* en 2019

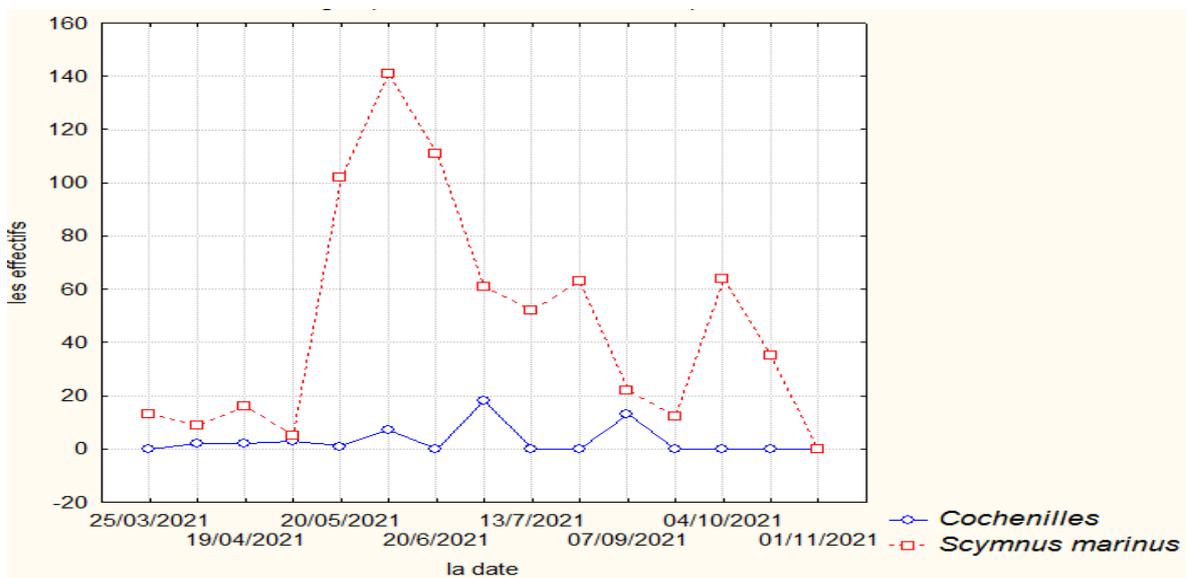


Figure 52 : Evolution temporelle *Scymnus* avec *P. oleae* en 2021

De plus, parmi d'autres prédateurs et parasitoïdes polyphages permettant aussi le contrôle du ravageur *P. oleae*. On peut citer, en l'occurrence, le parasitoïde de la cochenille *Coccophagus lycimnia*, apparu dans le mois d'avril. En effet, l'analyse de l'ACP (Tableau 25) montre une corrélation positive de 0,73 entre *Chrysoperla carnea* et *P. oleae* et une corrélation négative de -0,17 entre *Nesidiocoris tenuis* et *P. oleae*. Enfin, *Scymnus subvillosus* (Coccinellidae) présente des corrélations négatives avec trois ravageurs : *B. oleae*, *P. oleae* et *E. olivina* de -0,15, -0,11, -0,15 respectivement. Ces observations montrent l'intérêt de préserver l'environnement à l'abri d'applications répétées d'insecticides pour maintenir les équilibres biologiques.

Tableau 25 : Matrice de corrélation entre les prédateurs et *P. oleae*.

Espèce	<i>Euphyllura olivina</i>
<i>Scymnus marinus</i>	-0.24
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	-0.17
<i>Chrysoperla carnea</i>	0.71
<i>Scymnus subvillosus</i>	-0.11
<i>Anthocoris nemoralis</i>	0.005
<i>Orius sp</i>	0.04
<i>Anthocoridae sp</i>	-0.16

4.4. Relation thrips d'olivier -ennemis naturels

Au cours de nos prospections, nous avons également identifié une espèce prédatrice de thrips de l'olivier appartenant à la famille des *Phlaeothripidae* ; *Aelothrips fasciatus* (Linnaeus, 1758) avec un peuplement de 6 individus en mai. Malheureusement, nous n'avons pas pu évaluer son impact en raison du très faible nombre d'individus de cette espèce récoltés sur l'olivier. En effet, l'analyse de l'ACP (Tableau 26) montre une corrélation positive de 0,85 entre *Aelothrips fasciatus* et *Liothrips oleae*. De plus, nous avons noté la présence d'autres prédateurs polyphages permettant ainsi le contrôle de ce ravageur : punaises : *Anthocoris nemoralis*, *Orius sp* et chrysopes ; *Chrysoperla carnea*. L'analyse de l'ACP révèle la présence des corrélations positives de 0,62 entre *A. nemoralis* et *Liothrips oleae*, de 0,59 avec *Orius sp* et de 0,29 avec *Chrysoperla carnea*.

Tableau 26 : Matrice de corrélation entre les prédateurs et *Liothrips oleae*

Espèce	<i>Liothrips oleae</i>
<i>Aelothrips fasciatus</i>	0.85
<i>Chrysoperla carnea</i>	0.29
<i>Anthocoris nemoralis</i>	0.62
<i>Orius sp</i>	0.59

4.5. Relation entre les autres ravageurs et leurs ennemis naturels

Tout au long de la période d'étude, nous n'avons trouvé qu'un seul parasitoïde de *Prays oleae* ; *Chelonus elaeaphilus*. Concernant l'aleurode de l'olivier, nous n'avons pas recensé des prédateurs et des parasitoïdes spécifiques ; mais des ennemis naturels polyphages permettant le contrôle de ce ravageur comme *Anthocoris nemoralis*, *Chrysoperla carnea* et les coccinelles. D'autre part, nous avons compté également des parasites de chenilles et de scolytes ainsi que la présence d'hyperparasites : *Pachyneuron aphidis*, *Alloxysta victrix*.

Par ailleurs, des prédateurs et des parasitoïdes aphidiphages, consommateurs des œufs et des larves de pucerons, sont recensés et identifiés. Il y a lieu de mentionner dans ce contexte *Scymnus subvillosus*, avec un peuplement de 47 individus en 2019 et 4 individus en 2021. En effet, l'analyse de l'ACP montre une corrélation négative de -0,046 entre *Scymnus subvillosus* et les pucerons. Concernant les parasitoïdes aphidiphages, nous citons : *Ephedrus plagiator* (2,49%), *Diaeretiella rapae* (2,85%) et *Aphidius colemani*, *aphidivorus* *Syrphophagus* avec un pic de 4 individus chacun en Mai (Figure 53). L'analyse de l'ACP révèle aussi la présence des corrélations positives de 0,73 entre parasitoïdes aphidiphages et les pucerons.

L'ACP (Figure 54) montre des corrélations entre les variables liées entre elles, qui détiennent à eux seuls 48,93 % de l'information totale avec respectivement 29,01 % pour l'axe 1 et 19,92 % pour l'axe 2. Il est aussi montré que deux groupes d'espèces étaient positivement inter-corrélées. Le premier groupe était composé de deux *coccinellidae* (*Scymnus marinus*, *Scymnus subvillosus*), *Anthocoridae* sp et *Nesidiocoris tenuis* ; tandis que le deuxième groupe était composé de deux ravageurs (*L. oleae*, *E. olivina*) et deux prédateurs (*Orius* sp et *Anthocoris nemoralis*).

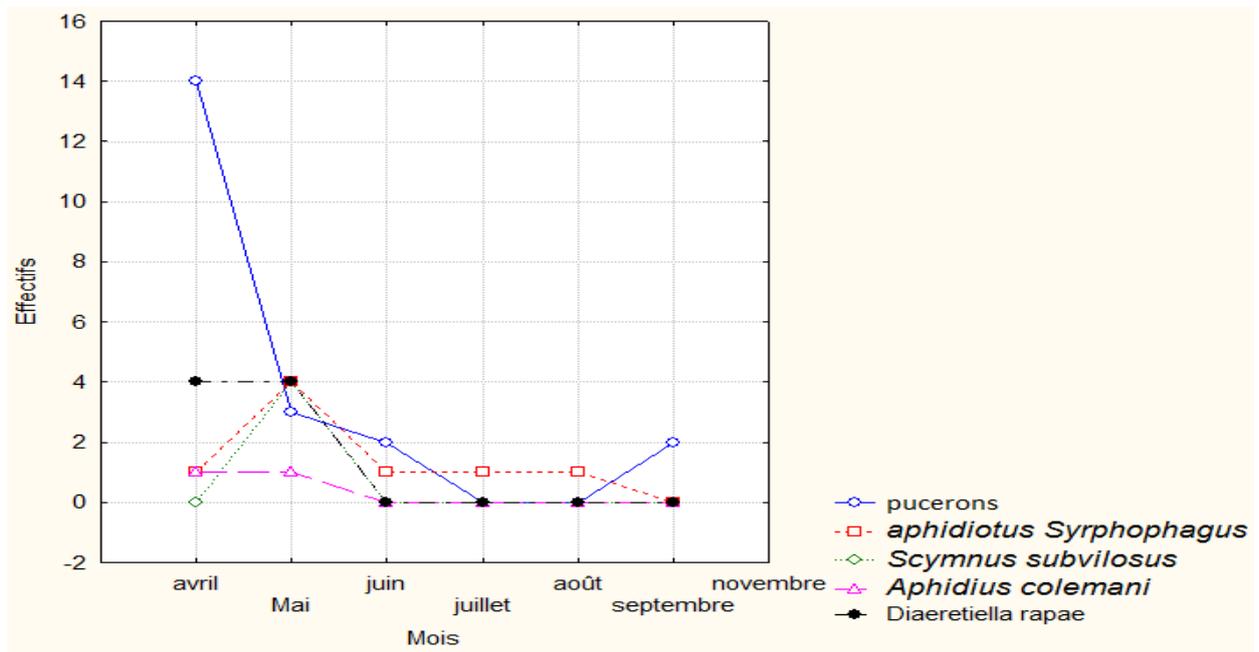


Figure 53 : Evolution temporelle des pucerons en interaction avec des prédateurs et des parasitoïdes aphidiphages en 2021.

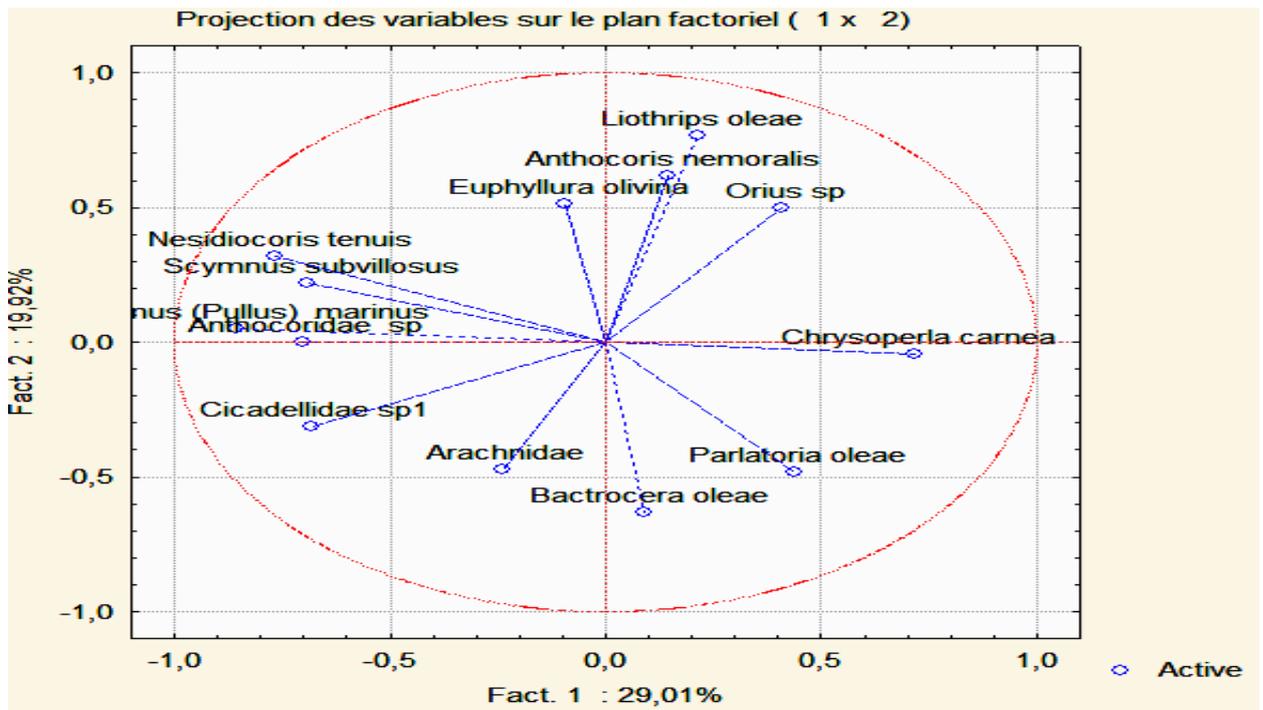


Figure 54 : Projection des variables (ravageurs-prédateurs) sur le plan factoriel en ACP.

D'autre part, la figure 55 fait ressortir que la dimension 1 est fortement et positivement corrélée avec les 2 groupes prédateurs et ravageurs. La dimension 2 est positivement corrélée avec les groupes prédateurs et négativement corrélée avec le groupe ravageurs. Notons enfin que les 2 groupes se ressemblent du point de vue dimension 1 et sont opposées du point de vue dimension 2.

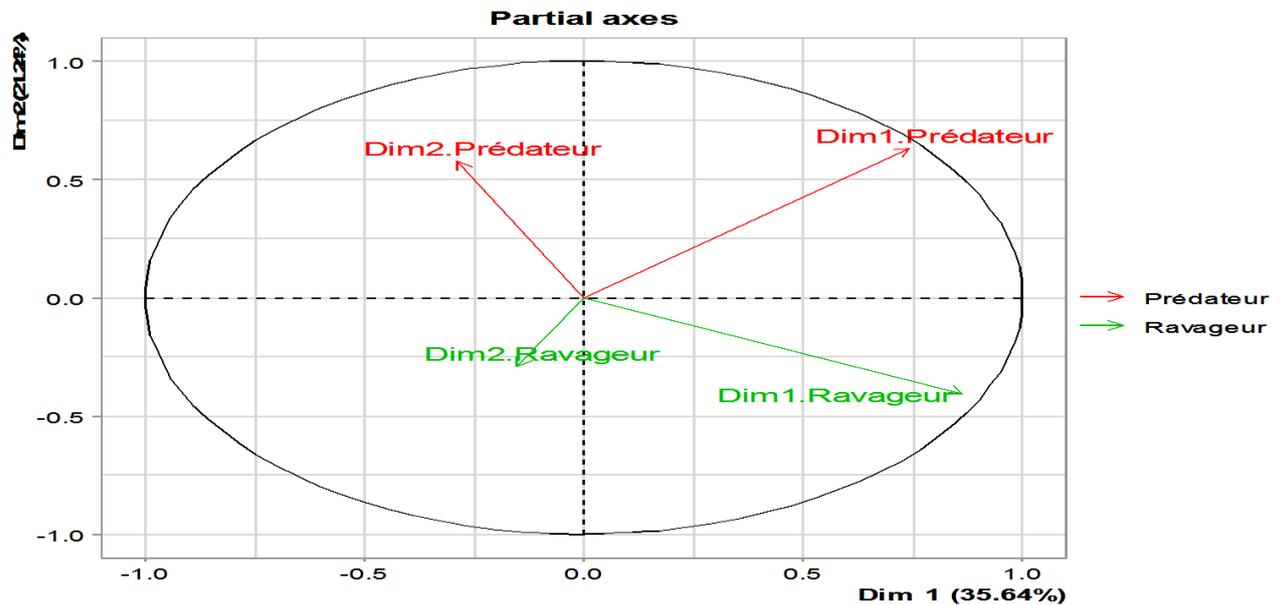


Figure 55 : Projection des groupes prédateurs et ravageurs dans l'A.C.P.

5. Relations entre le climat et les espèces

Le graphique ci-après (Figure 56) illustre la corrélation entre les groupes et les dimensions. Cette représentation montre que le premier axe est lié aux deux groupes de variables ; tandis que le deuxième axe est lié uniquement au premier groupe. Les deux groupes de variables ont un effet commun (premier axe) et diffèrent selon l'axe 2 car il est spécifique au groupe d'espèces.

Ici $\lambda_1 = 52,28 \%$ et $\lambda_2 = 29,04 \%$. Le premier facteur (premier axe principal) explique 52,28% de l'inertie totale du nuage d'observation, soit deux fois plus que le deuxième axe qui en explique 29,04%. Basé sur une analyse factorielle multiple, un lien fort entre les espèces SS, NT, SM et T, indique une relation proportionnelle. Il y a une forte opposition entre ces trois espèces et HR, et il y a aussi une faible opposition entre EO, AN et T, indiquant une relation inversement proportionnelle. Enfin, un lien plus faible entre T, HR et les espèces BO, PO, CC, LO peut s'expliquer par l'effet de températures extrêmement élevées ou basses sur le cycle de développement de l'espèce.

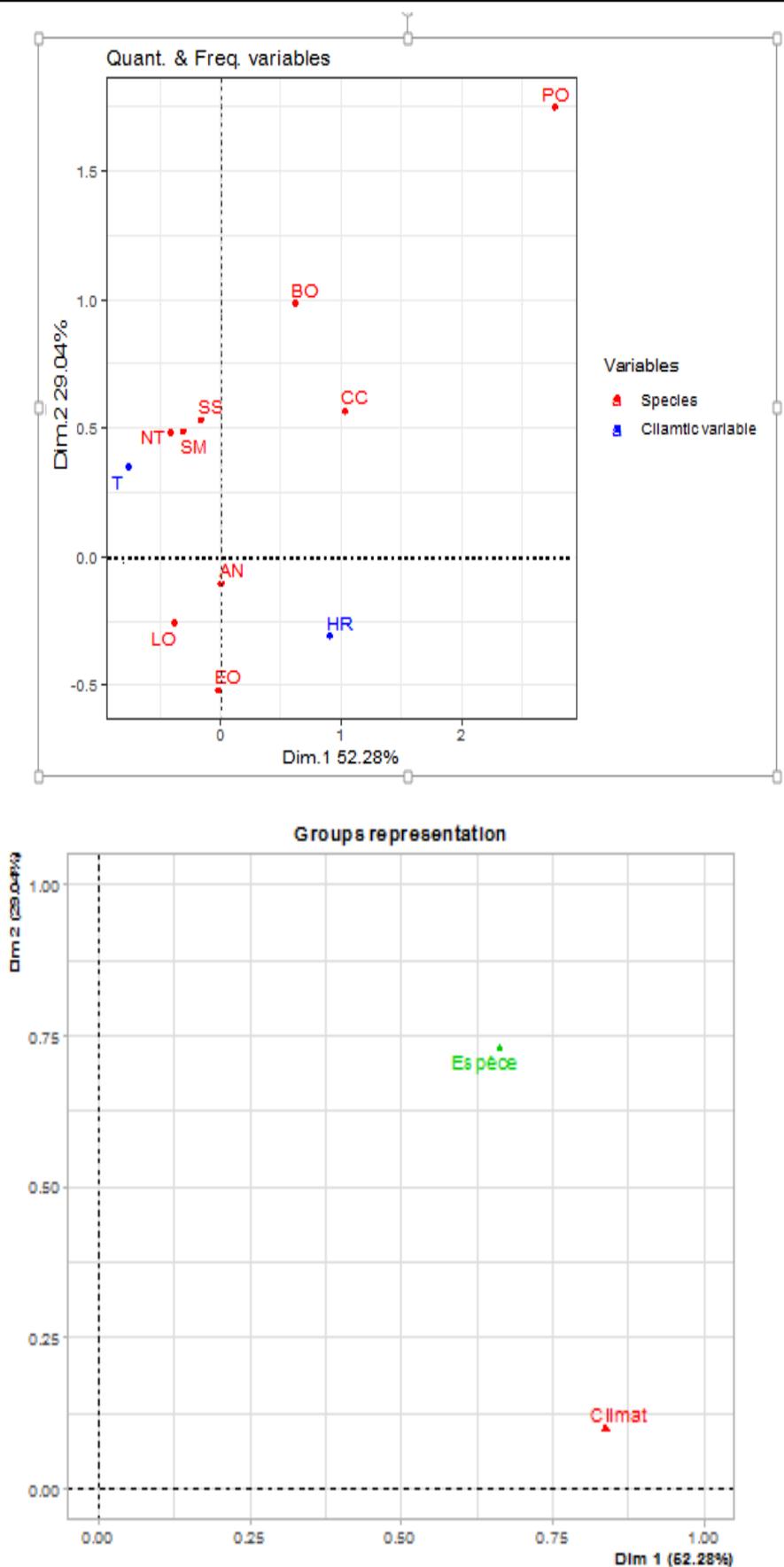


Figure 56 : Relation entre les groupes d'espèces et le climat par l'Analyse Factorielle Multiple (AMF) : projection des groupes et des variables sur les deux premiers axes principaux (SM ; *Scymnus marinus*, NT ; *Nesidiocoris tenuis*, LO ; *Liothrips oleae*, CC, *Chrysoperla carnea*, SS ; *Scymnus subvillosus*, PO ; *Parlatoria oleae*, BO ; *Bactrocera oleae*, AN ; *Anthocoris nemoralis*, T ; température et HR ; humidité).

II. Discussion générale

1. Diversité entomologique associée à l'olivier

Plusieurs travaux relatifs à l'inventaire des ravageurs sont déjà effectués en Algérie, nous citons, entre autres, les plus récents : Chafaa (2013), Righi et *al.* (2013), Doula et Ferhat (2014), Tahraoui (2015), Touahri (2016), lahouazi et Madani (2017), Dahache (2018).

L'inventaire de l'entomofaune d'une oliveraie de la région d'Oued Taghia en 2019 et 2021, basé sur des méthodes d'échantillonnage (prélèvement de brindilles, frappages, plaques jaunes, pièges phéromones et alimentaires) a révélé la présence de 75 espèces avec un total nombre de 6918 individus. Cette diversité entomologique se répartit en 9 ordres et 41 familles. Naceri (2011) dans une oliveraie à Boumia située dans la région de Batna, a recensé un total de 156 espèces réparties en 5 classes, 72 familles et 10 ordres. Dans la région de Mila, Doula et Ferhat (2014) ont identifié 156 espèces. D'autre part, la liste taxonomique de Chafaa (2013) comporte 206 espèces réparties en 74 familles et 11 ordres dont celui des Coléoptères, quantitativement l'ordre le mieux représenté avec 47,1%. Par contre, lahouazi et Madani (2017), dans une oliverie située à Haizer (Bouira), n'ont compté que 8 espèces en 2017.

Parmi nos espèces répertoriées, il y a lieu de signaler quatre (4) espèces, considérés protégées, au titre de la réglementation algérienne (Arrêté du 17 janvier 1995 publié au Journal Officiel de l'Algérie n°19 du 12 avril 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques protégées, Algérie (Décret n° 83-509 du 20/08/1983). Il s'agit en l'occurrence de: *Apis mellifera*, *Chrysoperla carnea*, *Chrysopa vulgaris* et *Vespula germanica*.

L'analyse des fréquences relatives des différents ordres et espèces a montré que les Hyménoptères (39%), les Coléoptères (16%) et l'ordre des homoptères (13%), représentent les ordres les plus abondants dans les oliveraies. En effet, selon Santos et *al.* (2007) et Gkisakis et *al.* (2018), ces taxons sont mentionnés dans la canopée de l'olivier comme généralement abondants. De plus, Chenchouni et *al.* (2019) expliquent que cette diversité et cette abondance particulières d'ordres d'insectes sont, vraisemblablement, dus au fait que les homoptères (pucerons, psylles et aleurodes) comprennent des espèces phytophages importants en termes d'abondance dans les oliveraies car ils trouvent des conditions écologiques idéales pour prospérer ; aussi, la richesse de ce recensement est due à la diversité du milieu et à l'utilisation de certains types de pièges.

Par ailleurs, les Homoptères et les Coléoptères peuvent jouer un rôle dans la productivité et la stabilité des écosystèmes et des agrosystèmes (Price et *al.*, 2011). D'autres chercheurs notent que certaines espèces sont considérées comme de bons indicateurs de la biodiversité et de la santé des écosystèmes agricoles et naturels (Chenchouni, 2014 ; Sánchez-Fernández et *al.*, 2006 ; Chenchouni, 2007).

Les pollinisateurs ainsi qu'un nombre important d'entomophages, qui jouent un rôle important et considérable dans le maintien des équilibres naturels et dans la lutte biologique, sont regroupés dans l'ordre des Hyménoptères (*Braconidae*, *Encyrtidae*, fourmis, abeilles).

L'ordre des Hémiptères arrivent en quatrième position et est dominé par deux familles : *Anthocoridae* et *Miridae* qui représentant 12% de la population globale, suivi par l'ordre des Diptères représentant avec environ 11%. Parmi les espèces appartenant à l'ordre des Diptères, une attention particulière est accordée à la mouche de l'olivier *B. oleae*, principal prédateur spécifique de l'olivier.

Ces cinq ordres ci-cités ont été rapportés dans la littérature scientifique comme des groupes abondants dans les oliveraies et comprennent des prédateurs, parasitoïdes et des phytophages (Ruano et *al.*, 2001 ; Santos et *al.*, 2007).

2. Variation de l'abondance en nombre d'individus et de la fréquence d'occurrence des familles d'insectes par année

Sur l'ensemble des familles recensées, nous notons un total de 19 familles constantes et 21 familles accessoires durant toute la période d'étude. Les fréquences d'abondance des familles les plus abondantes, et qui représentés en nombre élevé pendant les deux années, sont : les *Psyllidae* (35,88%) et les *Coccinellidae* (30,59%), les *Miridae* (6,73%), les *Tephritidae* (5,73%), les *Agromyzidae* (3,96%). Par contre les familles : *Cantharidae*, *Chrysomelidae*, *Eulophidae*, *Formicidae* et *Myrmaridae* sont considérés comme des familles accessoires avec une fréquence d'occurrence de 50%.

La variation de la fréquence d'abondance et d'occurrence d'une année à une autre est, fort probablement, tributaire de plusieurs conditions : la disponibilité des ressources trophiques, les facteurs climatiques et le taux du couvert végétal ; cela est confirmé par Chafaa (2013). De plus, Gkisakis et *al.* (2018), attribue aussi cette fluctuation à l'impact des systèmes de gestion et des pratiques agricoles appliquées.

3. Les indices écologiques

Durant cette expérimentation, la qualité d'échantillonnage est de $Q=0,065$ en année 2019 et de $Q= 0,14$ en 2021, en l'occurrence très proche de 0. Selon Ramade (2003), la qualité de l'échantillonnage est liée au nombre d'espèces recensées ainsi qu'au nombre de relevés. De plus, les espèces dominantes jouent un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant les flux d'énergie. De plus, Alves et *al.* (2021) ont confirmé que l'indice de diversité de Shannon le plus élevé dans les oliveraies a tendance à réduire l'abondance des ravageurs. L'indice de diversité de Shannon (H'), dans la présente étude, est de 3,14 bits. Cette valeur est considérée comme plus élevée, ce qui indique que les oliveraies abritent des communautés d'insectes plus abondantes et diversifiées. Quant à l'équitabilité, elle est de 0,50 bits dans notre région, cela indique un certain équilibre entre les populations d'insectes.

4. Statuts trophiques des insectes recensés

Les différences de richesse spécifique et de composition des oliveraies s'expliquent par les effets des facteurs climatiques locaux, qui affectent le couvert végétal et sa composition.

La dominance des insectes phytophages dans les oliveraies étudiées, caractérisées par un climat semi-aride, est fort probablement liée à la grande diversité spécifique des plantes herbacées du sous-étage oléicole qui offrent des ressources alimentaires abondantes à cette catégorie où les conditions écologiques sont relativement plus favorables.

Nos constatations corroborent avec les résultats d'autres auteurs, Chermiti (1989), Morris et *al.* (1999), Chafaa et *al.* (2013), qui affirment que les facteurs climatiques sont largement considérés comme des variables abiotiques très importantes, déterminant les tendances de la dynamique des populations et le nombre de générations de nombreux insectes ravageurs et prédateurs d'importance agricole. De plus, Haddad et *al.* (2009) rajoutent que dans des conditions écologiques sévères comme dans un climat aride, une faible diversité végétale diminue la diversité des arthropodes et modifie la structure trophique.

Notre inventaire montre que les prédateurs constituent le deuxième groupe le plus diversifié après les insectes phytophages. Ils ont un rôle important dans les agrosystèmes en diminuant les effectifs de certaines populations d'insectes ravageurs. Nous avons également observé une abondance très importante des parasitoïdes (*Braconidae*, *Encyrtidae* et *Ichneumonidae*) avec 23 espèces dans la région d'étude. Cette interaction entre un prédateur généraliste et un parasitoïde spécialisé est un exemple de l'effet non additif des ennemis naturels sur les populations.

L'abondance des espèces prédatrices et des parasitoïdes peut s'expliquer par la grande diversité végétale qui accroît la diversité des proies et par la pratique agricole et la gestion des oliveraies qui ne font l'objet d'aucun traitement phytosanitaire. Les travaux de Paredes et *al.* (2013, 2015) confirment cette hypothèse puisqu'ils ont prouvé que la diversité de la végétation augmente l'abondance et la diversité des ennemis naturels en favorisant des taux plus élevés de prédation et de parasitisme des ravageurs par les ennemis naturels.

Enfin, certaines espèces ont un régime alimentaire plus éclectique. Ils se nourrissent de matières organiques animales et végétales sous différentes formes, jouant ainsi un double rôle à la fois bénéfique et destructeur, comme c'est le cas du zoophytophage *Nesidiocoris tenuis*.

5. Principales ravageurs de l'olivier et leurs ennemis naturels

La présente étude a permis de mettre en évidence l'abondance des populations d'ennemis naturels dans l'oliveraie et de leurs effets associés au facteur température sur la dynamique des populations de ravageurs. L'espèce de prédateur la plus abondante était *Scymnus marinus*, avec 56,13% du total des ennemis naturels.

Quant aux ravageurs, *E. olivina* était prédominant parmi les phytophages inféodés à l'olivier avec un taux d'infestation de 43,75 %. Ces résultats sont conformes à ceux de Chermiti (1989), Ksantini (2003) et Gharbi (2021). En fait, cela est probablement dû aux conditions climatiques et d'irrigation qui étaient plus favorables à la population de psylles (Gharbi, 2021). De plus, les travaux de Morris et *al.* (1999), Ksantini (2003) et Gharbi et *al.* (2012) ont clairement identifié l'action néfaste des températures élevées et des ennemis naturels sur les larves d'*E. olivina*. La plus forte infestation par les larves de psylle a été constatée sur les rameaux de la variété Sigoise par rapport aux autres variétés (chemlal et Arbéquine). Cette forte attaque est vraisemblablement due au fait que le psylle a une préférence pour certaines variétés possédant en abondance certains composés phénoliques attractifs (Zouiten et *al.*, 1998) et que les différentes variétés ne réagissent pas de la même manière à l'attaque des insectes. (Belhamdounia, 1993 ; Ouguas, 1994). Par ailleurs, Chermiti (1992) a indiqué que l'infestation par les larves du 5^{ème} stade (L5) provoque la chute des inflorescences à hauteur de 32% et une perte de fruits de l'ordre de 46 fruits pour 100 grappes. Les dégâts causés par cette forte infestation sont économiquement conséquents.

En revanche, l'infestation par *B. oleae* est de 33 %. Les dégâts causés par ce diptère représentent également une perte économique considérable, qui représente en moyenne 30 % de la récolte globale (Messoussi et al., 2010). Plusieurs études antérieures ont indiqué que les infestations par les larves de *B. oleae* sont relativement importantes dans les zones plus humides, c'est-à-dire les zones de haute altitude, les vergers irrigués et les zones côtières (Ordano et al., 2015 ; Mansour et al., 2015). Par ailleurs, Gaouar (1996) et Belhoucine (2003) ont constaté qu'il existe une interdépendance entre l'humidité, la température et le taux d'infestation ; ils concluent que le taux d'infestation augmente si l'humidité relative est importante et la température est moyenne, et inversement.

Il est également important de noter que les caractéristiques physicochimiques des différentes drupes de l'olivier ont une influence sur le taux d'infestation par *B. oleae* (Mraicha et Ksantini, 2011). D'autre part, Gaouar (1996) montre que la variété Sigoise à gros calibre pauvres en huile est beaucoup plus infestée que la chemlal à petits fruits riches en huile. Aussi, des résultats similaires sont enregistrés dans la région de Tekhemaret et à Mouhammadia par Allal (2015), où elle a enregistré un fort taux d'infestation par *B. oleae* sur la variété Sigoise par rapport aux deux autres variétés : Chemlal et Cornicabra ; elle a prouvé que cette différence de comportement du ravageur est dû au calibre des olives et le dosage des polyphénols et de la proline.

Le troisième déprédateur *Parlatoria oleae* représente un taux d'infestation de 17.44%, l'infestation est cependant très variable entre les différentes parties attaqués (feuille, fruit). La plus forte infestation par la cochenille violette été constatée sur les fruits par rapport aux feuilles. En effet, Benassy (1986) montre aussi que sa présence se traduit par la diminution de la qualité du fruit, rendant impossible sa commercialisation en provoquant une perte de rendement en huile pouvant dépasser 20%. De plus, des différences très significatives ont été observées entre les directions cardinales pour les comparaisons d'effets combinés pour l'ensemble de l'année. Ces résultats sont assez proches de ceux de Hassan et al. (2009) qui ont noté, en plus, que les mois d'automne étaient la saison optimale pour l'activité de *P. oleae*. Par ailleurs, Érakı (1998) indique que les différences de distribution pourraient être attribuées à l'effet cumulatif de la direction du vent et de la durée d'exposition des feuilles au soleil. Nos résultats montrent également que, durant les deux années d'étude, *P. oleae* a préféré la direction Est et le Centre. Ce résultat est d'une grande valeur lors de la planification des programmes de lutte chimique contre cet insecte. Ces résultats sont concordance avec ceux d'El Amir (2002) en Égypte, qui a signalé que la direction sud était la plus préférable pour *P. oleae* dans les oliviers par rapport à celles du nord ou de l'ouest.

Des dégâts considérables sont également causés par les deux ravageurs *Liothrips oleae* et *Otiorhynchus cribricollis* sur les feuilles d'olivier (23,12% et 37,45% respectivement). Vono et Marullo (2020) ont signalé de fortes attaques de thrips sur les oliviers dans les provinces de Catanzaro (Italie) début de l'été 2017 ; ces infestations ont été favorisées par les températures de début juin et par des conditions optimales d'humidité relative (55-65%). D'autre part, L'INPV (2010) a signalé que les dommages causés par les larves de l'*Otiorhynque* de l'olivier sont négligeables par rapport aux adultes.

6. Bio-écologie des principales déprédateurs d'olivier

Nos résultats ont démontré la diminution des effectifs d'*E. olivina*, surtout pour les stades allant de L1 à L3, alors que les nymphes et les prénymphe sont plus résistantes jusqu'à leur disparation totale fin juin. Ces stades sont très sensibles à l'action des prédateurs, ce qui est conforme aux résultats trouvés par Santos et *al.* (2010). On note aussi que la présence des adultes est importante durant la période allant du mois d'avril jusqu'au début du mois de novembre. Cette réduction des effectifs des larves pourrait être la conséquence de l'action des hautes températures sur les larves sans protection et celle des ennemis naturels (*Anthocoridae*, chrysopes et *Coccinellidae*).

Les travaux de Morris et *al.* (1999), Ksantini (2003), et Gharbi *et al.* (2012) ont bien précisé l'action nocive de températures élevées et celle des ennemis naturels sur les larves d'*E. olivina*. Ce déclin de la population de psylles est également dû à une augmentation du nombre d'*Anthocoris nemoralis*, comme le rapporte l'étude de Chermiti (1992). En effet, une corrélation négative de -0,34 a été calculée, indiquant l'effet des températures sur les stades différentiels des psylles. Chermiti (1989) a également noté que les températures élevées agissent comme un facteur important dans la réduction des populations d'*E. olivina*. Par conséquent, la présence des adultes tout au long de l'année dans notre étude concorde avec les résultats prouvés par Meftah et *al.* (2014) ; en effet, les adultes vivants passent l'été sur l'olivier en cherchant les endroits les plus ombragés au niveau de la frondaison et des gourmands.

Par ailleurs, nos résultats montrent l'existence de trois (3) générations de psylle de l'olivier. En se référant aux travaux Kumral et *al.* (2007) qui estiment à 630,30 degrés-jours nécessaires pour chaque génération de psylle, notre région d'étude a enregistré 1374 et 671,95 degrés-jours en 2019 et 2021, respectivement. Cela équivaldrait à deux (2) générations en 2019 et une (1) génération en 2021.

De plus, le nombre de générations annuelles varie selon la région oléicole et les conditions climatiques (Chemiti 1983). Chermiti (1989) a observé deux générations printanières et une facultative dans l'aire oléicole française. Trois générations de psylles de l'olivier se produisent chaque année en Tunisie (Arambourg 1964 ; Chermiti 1983 ; Ksantini 2003). En Algérie, deux générations par an au printemps peuvent se répéter dans la région de Mascara (Guessab et *al.*, 2021) et trois générations dans la région de Tizi-ouzou (Laoudi, 2014).

Concernant la mouche d'olive, d'après nos résultats, nous avons constaté la présence de quatre (4) générations. Une première génération de mouches en juillet, puis la deuxième au mois d'octobre ; une troisième est aussi observée pendant le même mois (Octobre) et enfin, une dernière génération en mois de janvier. D'après Breton et Berville (2012), les générations de la mouche, en Grèce, vont de 3 à 4 générations ; en Italie, 4 ou 5 générations avec un cycle de 30 à 40 jours ; en Sardaigne, la mouche de l'olive est présente toute l'année

Dans notre zone d'étude, un total de 1879,8 degrés-jours ont été enregistrés en 2019. Cela équivaldrait à quatre générations. Ce chiffre est estimé en se basant sur les travaux d'El Messoussi et *al.* (2010) qui évaluent chaque génération à environ 375,03 degrés-jours. D'autre part, Arambourg (1986) rapporte qu'en général, les premières captures ont lieu à la fin juin début juillet dans le bassin méditerranéen. Selon ce même auteur, cette première génération sera à l'origine d'une deuxième génération en octobre, dont le cycle de développement sera plus court, et qui donnera une troisième génération en novembre. La quatrième génération, issus de pupes hivernantes qui étaient en diapause facultative au niveau du sol émergent en janvier si les conditions climatiques sont favorables.

L'analyse de l'ACP révèle l'effet des températures et hygrométries extrêmes sur le développement de la mouche ; on peut ainsi déduire que la température optimale pour l'évolution de *B. oleae* se situe autour de 28°C ; au-dessus de 31°C, la ponte des œufs cesse. Concernant l'activité du vol, elle augmente au-dessus de 11°C. De plus, Wang et al. (2009) ont mis en évidence l'effet des hautes températures sur *B. oleae*. En particulier, lorsque les températures dépassent 30°C, les adultes de *B. oleae* sont frénétiquement actifs et la ponte est inhibée ; tandis qu'à 35°C l'activité s'arrête. De plus, la mortalité larvaire augmente à des températures supérieures à 30°C. D'autre part, selon Afidol (2015), selon les conditions climatiques, trois à cinq génération se succèdent de juin à novembre avec un développement continu.

Nos données montrent des corrélations positives et significatives entre la température et le nombre de mouches de l'olivier ; par contre une corrélation négative a été enregistrée entre l'humidité relative et le nombre de mouches de l'olivier.

En effet, Burrack et *al.* (2011) a constaté que les conditions météorologiques affecter de manière significative la saison de croissance de l'olive et par conséquent la bio-écologie de *B. oleae*. De plus, Ordano et *al.* (2015) ont noté que les populations de mouches de l'olivier devraient fluctuer et être très saisonnières dans les zones froides avec de belles températures estivales, à haute altitude ou aux latitudes nord de la région méditerranéenne.

La dynamique de *Parlatoria oleae* fluctue fortement d'une année à l'autre. Nos résultats montrent que les cochenilles violettes développent une génération d'automne en 2019 ; par contre, en 2021, deux générations sont observées : une génération printanière et une autre automnale. Un cycle presque similaire s'observe en Algérie dans la région humide du Cap-Djinet (Biche et Sellami, 2011) et dans la région d'Ain Touta (Batna) (Chafaa et *al.*, 2013), où sont constatées deux générations annuelles: une génération printanière et une automnale, avec une différence dans les périodes d'apparition des différents stades larvaires. Dans notre région d'étude, un total de 2641,85 degrés-jours est calculé en 2021, cela équivaldrait à deux générations. Nos données sont assez proches à celles avancées par Biche et Sellami, (2011) ; Chafaa et *al.*, (2013) ; en effet, ces derniers estiment que chaque génération nécessiterait un total d'environ 1300 degrés-jours. La ponte moyenne de la cochenille violette dans cette étude est de 6 œufs/femelles en 2019 et 4 œufs/femelles pour l'année 2021 ; ces chiffres sont plus faibles par rapport d'autres études qui enregistrent une moyenne de 12,36 à 14,09 œufs par femelle (Biche et Sellami, 2011), 10,05 œufs par femelle (Chafaa et *al.*, 2013) et peut aller jusqu'à 65 œufs comme le montre une étude en Égypte (Ezzat, 1957). Cette différence serait, sans doute, liée aux conditions climatiques d'une région à l'autre ; notons ici les températures très élevées enregistrées dans la région d'Oued Taghia (45.2°C le 7 Août en 2019 et 46°C le 11 Juillet en 2021). Dans ce contexte, Biche et Sellami (2011) insistent sur l'impact négatif de l'augmentation de la température sur la dynamique des populations de *P. oleae*. Ils ont ainsi démontré que des températures élevées entre 30°C et 35°C affectent le moment de la ponte ainsi que le nombre d'œufs pondus. De plus, Torres (2007) montrent que les températures qui favorisent le développement sont celles avec des valeurs maximales entre 22 et 30 °C et des valeurs minimales entre 10 et 14 °C.

Concernant le thrips et l'aleurode de l'olivier, une seule génération par an est constatée dans la région d'étude ; cette dernière espèce est marquée par des adultes émergeant en juin et juillet. En revanche, nos données ont assez éloignées des résultats d'autres chercheurs ; en Sicile occidentale (Italie), deux générations par an ont été signalées, la première en juin-juillet et la seconde en septembre-octobre (Sefah, 2017). Aussi, l'abondance des aleurodes est plus souvent observée entre avril et janvier en Egypte (Morsi et *al.*, 2010).

Dans d'autres régions de Algérie, l'aleurode noir présente deux pics, indiquant probablement qu'il y a deux générations se déroulant au cours de deux périodes distinctes, l'une d'avril à septembre et l'autre d'octobre à mars (Achouche et *al.*, 2019). Dans certains zones du bassin méditerranéen, le thrips de l'olivier présente trois générations annuelles : printemps, été et automne-hiver avec hivernage imaginal (Arambourg 1986 ; Marullo et Vono, 2017). De plus, une quatrième génération est souvent notée en Italie (Haber et Mifsud, 2007).

7. Relations entre les principales ravageurs / ennemis naturels

Nos résultats ont montré plusieurs corrélations positives et négatives entre certains ennemis naturels et ravageurs, indiquant l'existence d'une synchronisation saisonnière entre prédateurs et ravageurs. Santos et *al.* (2010) soulignent également que l'efficacité des prédateurs peut augmenter en présence d'une synchronisation saisonnière avec les ravageurs. D'autre part, une corrélation négative significative peut indiquer que les prédateurs réagissent lentement aux variations des ravageurs. Bien que le taux de prédation puisse être élevé, une asynchronie entre les prédateurs et le ravageur peut exister dans ce cas.

Néanmoins, nous avons remarqué des effets négatifs légèrement significatifs du prédateur *S. marinus* sur l'abondance totale du ravageur *E. olivina*. En effet, Debras (2007) rapporte que les coccinelles présentent un intérêt majeur en agriculture pour limiter les ravageurs. Certaines de ces espèces sont aphidiphages à l'état larvaire ou imaginal (genres *Scymnus* et *Coccinellidae*). Plusieurs auteurs confirment que ces coccinelles attaquent les pucerons, les cochenilles et même les acariens ; ce qui fait de cette famille de prédateurs l'une des plus importantes et des plus présentes dans la plupart des oliveraies, avec une grande variabilité des espèces et une présence suffisante, ce qui entraîne une diminution de la population de *S. oleae* (Saharaoui et Gourreau, 1998 ; De Santos et *al.*, 2010 ; Saharaoui et *al.*, 2010 ; Saharaoui et *al.*, 2014).

Nos résultats sont analogues à ceux prouvés par Hodek et Honek (2009), dans lesquels ils ont rapporté les effets des coccinelles prédatrices sur les populations de *S. oleae* telles que le *Pullus*. De plus, des corrélations négatives ont été distingués entre *S. marinus* et *P. oleae* et entre *S. marinus* et *L. oleae*. Des relations similaires ont été trouvées entre *S. subvillosus* et ces ravageurs. Ces différentes observations ont montré l'efficacité du genre *Scymnus* sur les ravageurs de l'olivier, surtout sur les cochenilles (coccidiphage).

Nos données ont montré aussi que l'abondance et la diversité des *Coccinellidae* dans le verger rendent la lutte antiparasitaire plus efficace ; ce qui confirme les données rapportés par la littérature scientifique, notamment Saharaoui et al. (2010 ; 2014), qui ont mis en évidence le rôle de *S. subvillosus* dans le contrôle des cochenilles.

Aussi, une attention particulière est accordée à certains prédateurs et parasitoïdes polyphages permettant le contrôle du ravageur *Euphyllura olivina*. Il y a lieu de citer l'endoparasitoïde du psylle *Psyllaephagus blastopsylla*. En effet, Daane et al. (2005) ont indiqué que les espèces de *Psyllaephagus* entraînent couramment une augmentation de la mortalité de l'hôte. D'autre part, Queiroz et al. (2019) ont identifié *P. blastopsylla*, rencontré dans des plantations d'Eucalyptus ; sa présence était positivement corrélée (0,82) à la population de ravageurs et le pourcentage de parasitisme était plus élevé entre juin et août.

De la même manière, nous avons également enregistré des corrélations négatives entre les populations de *Chrysopidae* et les psylles de l'olivier, en particulier pour l'espèce *Chrysoperla carnea*, qui était prédominante dans le verger. Ceci est cohérent notamment avec les travaux de Porcel et al. (2017) et Alves et al. (2021), qui ont remarqué une plus grande abondance de *Chrysopidae* dans l'olivieraie. D'autre part, Santos et al. (2010) ont indiqué que certaines espèces de *Chrysopidae* jouent un rôle vital en tant qu'agents de lutte biologique. Diverses études, principalement les travaux de Morris et al., 1999 ; Campos, 2001; Porcel et al., 2013 ; Porcel et al., 2017, ont rapporté le rôle de *C. carnea* dans la suppression de la communauté des ravageurs de l'olivier et la prédation était plus élevée au stade larvaire qu'au stade adulte.

De plus, Campos (2007) a indiqué que les larves sont des prédateurs oophages majeurs et jouent un rôle majeur dans la prédation des œufs pondus par l'anthophage de la teigne de l'olivier.

En effet, nos résultats montrent des corrélations positives entre *C. carnea* et les trois ravageurs : *L. oleae*, *P. oleae* et *B. oleae*. Ces corrélations indiquaient une association entre eux. Santos et al. (2010) confirment nos données puisqu'ils ont démontré que la présence de corrélations positives indique souvent que les prédateurs réagissent rapidement à la variation des ravageurs, confirmant la présence d'une forte coexistence entre les prédateurs et les ravageurs, bien que le taux de prédation puisse être faible.

En revanche, nous avons trouvé des corrélations négatives entre le prédateur *Nesidiocoris tenuis* et deux ravageurs : *P. oleae* et *B. oleae* ; cette punaise zoophytophage prédatrice généraliste est très importante dans la lutte biologique et est connue pour lutter contre les aleurodes, les pucerons et les acariens (Calvo et al, 2009). Plusieurs études ont montré que les Miridés sont nocifs pour *P. oleae* et *E. olivina* (Morris et al., 1999 ; Ksantini, 2003 ; Gharbi et al., 2012 ; Gharbi, 2021). Cependant, nos résultats ont indiqué une association positive entre *A. nemoralis* et les deux ravageurs, *E. olivina* et *L. oleae*, et une corrélation négatif avec *B. oleae*. Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par Gharbi et al. (2012) et Gharbi (2021). Ces punaises sont des prédateurs polyphages efficaces contre les pucerons, les cochenilles et les psylles (Chermiti, 1989 ; Gharbi et al., 2012). Cependant, de nombreuses études ont rapporté qu'*Anthocoris* était efficace contre les psylles du poirier (Sigsgaard et al., 2006) et un nombre élevé (80 nymphes/arbre) a conduit à une suppression significative de la population cible (Gharbi, 2021).

Concernant *Bactrocera oleae*, nous avons identifié deux genres de parasites de la mouche de l'olivier : *Ceraphron sp*, *Trichopria sp* qui comprend 21 et 6 individus respectivement. Son activité se situe dans les mois d'avril, mai et juin. ; mais sa présence est régulé par d'autres prédateurs coléoptères polyphages permettant ainsi son contrôle. Quant aux consommateurs des pupes des mouches dans le sol, nous avons recensé les carabes : *Harpalus affinis*, *Agabus uliginosus*, *Carabidae sp.* et quelques fourmis ; *Tapinoma sp*, *Camponotus barbaricus*. En effet, Aversenq et al. (2005) ont prouvé que *Carabidae* et les *Staphylinidae* sont des prédateurs des pupes. En outre, les fourmis, les araignées, les perce-oreilles et les chilopodes sont fréquemment signalés comme ayant un contrôle biologique contre les larves et les pupes de la mouche des fruits de l'olivier avec un pic d'activité en octobre et novembre (Dinis et al., 2015 ; Orsini et al., 2007 ; Picchi et al., 2017). Par ailleurs, Dinis et al. (2015) ont échantillonné des arthropodes du sol dans des vergers d'oliviers, de janvier à mai 2014, et ont constaté qu'ils avaient un fort impact sur le déclin des pupes de mouches de l'olivier dans le sol.

Nous avons également identifié une espèce prédatrice de thrips de l'olivier ; *Aelothrips fasciatus*. En effet, l'analyse de l'ACP montre une corrélation positive de 0,85 entre *Aelothrips fasciatus* et *Liothrips oleae*. En Europe, certaines espèces du genre *Aelothrips* sont considérées comme des prédateurs facultatifs autochtones potentiellement importants (Trdan et al., 2005) et environ 100 espèces d'*Aelothrips* passent la majeure partie de leur vie à se nourrir des arthropodes et de pollen (Mound et Kibby, 1998). De plus, selon El-Serwiyy et al., 1985 et Larentzaki et al. (2008), *Aelothrips fasciatus* est un prédateur commun de thrips provoquant un déclin de cette espèce en mai. En outre, des corrélations positives sont enregistrées : 0,62 entre *A. nemoralis* et *Liothrips oleae*, 0,59 avec *Orius sp* et 0,29 avec *Chrysoperla carnea*. Nos observations sont donc en concordance avec celles de Civantos (1995) qui a indiqué que certaines punaises (plusieurs espèces du genre *Orius*) dont *Anthocoris nemoralis*, certains acariens (comme *Amblyseius cucumeris*) et un nématode (*Steinernema feltiae*), sont des prédateurs naturels pour les Thrips.

Enfin, nous avons identifié un parasitoïde de *Prays oleae* : *Chelonus elaeaphilus* ainsi que des prédateurs et des parasitoïdes polyphages permettant le contrôle de ce ravageur comme *Anthocoris nemoralis*, *Chrysoperla carnea* ainsi que des coccinelles. De plus, nous avons recensé aussi des parasites de chenilles et de scolytes et également la présence d'hyperparasites : *Pachyneuron aphidis*, *Alloxysta victrix*.

Ces résultats ont indiqué une diversité très important des insectes. Cette biodiversité d'écosystème a montré un intérêt à préserver l'environnement des insecticides afin de favoriser et d'améliorer l'action de ses ennemis naturels et de contribuer à la durabilité des oliveraies.

CHAPITRE II :
L'IMPACT DE LA TAILLE SUR
L'ENTOMOFAUNE DE L'OLIVIER

CHAPITRE 2 : L'IMPACT DE LA TAILLE SUR L'ENTOMOFAUNE DE L'OLIVIER

1. Introduction

L'oliveraie est un agroécosystème abritant fonctionnellement un large éventail de groupes d'arthropodes (Morris et *al.*, 1999; Rodrigues et *al.*, 2018). En particulier, les communautés d'arthropodes ont des structures complexes, comprenant des groupes fonctionnels avec des phytophages, des prédateurs et des parasites (Santos et *al.*, 2007). Cependant, les pratiques de gestion agricole, notamment l'utilisation de pesticides, perturbent l'équilibre naturel entre les guildes et certaines espèces herbivores (Santos et *al.*, 2007), diminuent les populations d'ennemis naturels (Chermiti, 1992 ; Ksantini et *al.*, 2003), et/ou des ravageurs qui développent une résistance à certains pesticides (Paredes et *al.*, 2013). Actuellement, l'Union européenne a développé des politiques pour réglementer la lutte antiparasitaire dans le cadre de pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement, a suscité un intérêt généralisé pour la protection intégrée (Boller et *al.*, 2004) et la durabilité de l'agroécosystème (Altieri, 1999 ; Gkissakis et *al.*, 2018).

Différents types de gestion des vergers, y compris les types de plantation, l'irrigation, la taille ou la fertilisation peuvent avoir divers effets, positifs ou négatifs, sur les espèces nuisibles ainsi que sur les populations d'arthropodes bénéfiques (Campos et *al.*, 2000 ; Cardenas et *al.*, 2006).

Parmi les types de conduite : la taille ; elle s'applique à tous les pays oléicoles et est considérée comme essentielle pour la conduite de l'exploitation et l'amélioration productive pour une fructification précoce régulière et rentable (COI, 2007). Chez les arbres matures, l'objectif de l'élagage est de maximiser l'exposition au soleil et de maintenir un équilibre entre la végétation et les fonctions de reproduction (Sibbett, 2005 ; Rodrigues et *al.*, 2018). De plus, la taille est nécessaire pour contrôler la dimension de la canopée et réduire l'alternance de la production dans les oliveraies (Lavee, 1996 ; Vossen et Devarenne, 2007 ; Kour et *al.*, 2018).

D'autres objectifs de la taille sont de réduire l'infestation de ravageurs et de promouvoir la lutte antiparasitaire (Sibbett, 2005 ; Tombesi et Tombesi, 2007). Son effet sur les insectes phytophages et les pathogènes aériens est dû à la modification du microclimat de la canopée des arbres et aussi à la réduction d'inoculum après avoir retiré les parties atteintes de l'olivier.

Pour cela, il est essentiel d'améliorer les connaissances sur les effets des pratiques agricoles sur la communauté des arthropodes (ravageurs et espèces auxiliaires). Dans ce contexte et pour ces raisons, nous avons jugé utile de réserver une partie de notre étude à l'effet de la taille sur l'abondance des ravageurs et des ennemis naturels, et leur taux d'infestation par rapport à différents types d'intensité de la taille.

2. Effet de l'intensité de la taille sur le taux d'infestation par les ravageurs

A travers notre étude sur la diversité entomologique, nous avons pu dresser une liste des ravageurs les plus importants de l'olivier dans la zone de Mascara ; il s'agit de : *Euphyllura olivina*, *Otiorhynchus cribricollis*, *Liothrips oleae*, *Parlatoria oleae*, *Bactrocera oleae* et les acariens.

Cependant, une différence dans le taux d'infestation entre les blocs a été décelée (Tableau 27). De plus, des effets significatifs ($H=12,20$, $P=0,015^*$) de l'intensité de taille ont été remarqués sur le taux d'infestation d' *Euphyllura olivina*.

La taille agriculteur a présenté le taux le plus faible avec 2,93, suivie de la taille sévère avec 4,27 et l'année sans taille représente le taux d'infestation le plus élevé avec 43,75. Nous avons également noté un effet significatif ($H=10,36$, $P=0,034^*$) de la taille sur le taux d'infestation par *Otiorhynchus cribricollis*. Le type sans taille représente le taux d'infestation le plus élevé à 37,45 ; néanmoins, il n'y a pas une grande différence entre les différents types d'intensités de taille.

De plus, un effet significatif est observé ($H=13,17$, $P=0,010^*$) sur le ravageur *Liothrips oleae* ; la taille sévère indique le taux le plus faible à 5,87 et le taux d'infestation était très élevé dans le type sans taille avec 23,12.

Pour la cochenille de l'olivier *Parlatoria oleae*, le taux le plus bas a été aperçu dans le bloc taille sévère avec 1,75 et le taux était plus élevé lorsque le verger n'est pas taillé avec 17,44 ; par conséquent, l'effet était significatif ($H=10,23$, $P=0,036^*$) entre les différents types d'intensité et le taux d'infestation par *P. oleae*.

Le test de Kruskal-wallis a montré un effet significatif ($H=12,82$, $P=0,012^*$) entre le taux d'infestation par la mouche de l'olivier *Bactrocera oleae* et l'intensité de la taille, mais avec des taux plus faibles chez les arbres taillés ; alors que les arbres sans taille représentent un taux supérieur avec 33,01.

Enfin, l'effet de l'intensité de la taille sur le taux d'infestation par les acariens est significatif ($H=11,29$, $P=0,023^*$). Cependant, la taille sévère montre le taux le plus faible par rapport aux autres tailles. En général, le taux d'infestation par les ravageurs a diminué de manière significative avec l'augmentation de l'intensité de la taille.

Tableau 27 : Le taux d'infestation des ravageurs capturés dans l'olivier de différents types de taille.

Ravageurs	l'intensité de la taille.					Shapiro-wilk	Kruskal-wallis	
	P _f	P ₅₀	P ₂₅	P ₁₀	P _n	P	H	P
<i>Euphyllura olivina</i>	2,63	4,27	9,48	9,31	43,75	0.00016*	12.20	.015*
<i>Otiorhynchus cribricollis</i>	24.98	20.46	22.07	18.38	37.45	0.26062	10.36	.034*
<i>Liothrips oleae</i>	13.97	5.87	11.88	12.34	23.12	0.09251	13.17	.010*
<i>Parlatoria oleae</i>	4.36	1.75	3.01	2.74	17.44	0.00021*	10.23	.036*
<i>Bactrocera oleae</i>	2.66	1.66	0.99	2.66	33.01	0.00000*	12.82	.012*
Acariens	7.7	5.36	8.8	8.94	/	0.00000*	11.29	.023*

P_f; taille agriculteur, P₅₀; taille sévère, P₂₅; taille moyenne, P₁₀ ; taille légère, P_n; non taille.

3. Effet de l'intensité de la taille sur les groupes fonctionnels des arthropodes

Au total, 1857 et 3429 arthropodes ont été capturés dans les deux types de la taille et aucun type d'élagage, respectivement (Tableau 28, annexe 03).

Les phytophages étaient beaucoup plus nombreux dans le cas de sans taille avec la référence relative de 66,05% et l'abondance diminue après la taille des arbres jusqu'à la moyenne de 45%. De plus, les différences les plus significatives ont été observées chez les prédateurs avec des niveaux d'abondance élevés dans la taille appliquée, avec une moyenne de 53%, contre 33,48 dans le cas de l'absence de la taille.

Les parasitoïdes sont classé en troisième positions dans les deux cas et aucun effet significatif n'a été trouvé. En revanche, l'abondance moyenne des prédateurs, phytophages et parasitoïdes dans les différents types d'intensité la taille était significativement plus faible, de

sorte qu'il n'y a pas une grande différence entre l'intensité de la taille sur les groupes d'arthropodes comme le montre le tableau (28) :

Tableau 28 : Richesse spécifique (S), nombre d'individus (N) et fréquence relative (FR en %) pour les groupes d'insectes fonctionnels alimentaires capturés dans l'olivier de différents types de taille.

FFG	Pf			P50			P25			P10			Pn		
	S	N	RF%	S	N	RF%	S	N	RF%	S	N	RF%	S	N	RF%
Phy	9	161	43.98	11	226	47.28	9	237	48.86	11	241	45.73	19	2265	66.05
Pre	5	204	55.73	5	249	52.09	7	243	50.1	5	282	53.51	12	1148	33.48
Par	1	1	0.27	3	3	0.62	3	5	1.03	1	4	0.75	5	16	0.46
total	15	366	100	19	478	100	19	485	100	17	527	100	36	3429	100

Pf; taille agriculteur, P50; taille sévère, P25; taille moyenne, P10 ; taille légère, Pn; pas d'élagage, FFG; groupe d'alimentation fonctionnelle, Phy ; phytophage, Pré; prédateurs, Par; parasitoïdes.

4. Effet de l'intensité de la taille sur les indices écologiques

Ces coefficients classiques permettent de quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres.

Selon le tableau 29, le patrimoine spécifique total était de 36 ; 19 ; 17 ; 15 et 19 espèces et la valeur de l'indice de diversité de Shannon (H') était de 2,25 ; 2,15 ; 1,92 ; 2,31 et 2,07 dans les différents types d'intensité de la taille Pn, P50, P10, Pf et P25 respectivement. L'indice de diversité de Shannon (H') dans cette étude était d'environ 2 bits à différentes intensités. Cette valeur est considérée comme élevée et indique une communauté d'insectes plus abondante et diversifiée dans les oliveraies. Cependant, l'indice de diversité maximal est de 5,32 bits 5,32 ; 4,24 ; 4,08 ; 3,9 et 4,24.

L'équitabilité est de 0,42 ; 0,5 ; 0,47 ; 0,59 et 0,48 dans les différents types d'intensité de la taille Pn, P50, P10, Pf et P25 respectivement ; ce qui signifie que le nombre d'espèces échantillonné n'est pas équilibré ; les espèces n'ont pas la même abondance, les populations ne sont pas centrées sur une seule espèce et que cet écosystème est très diversifié.

L'abondance globale des taxons variait d'un type de taille à l'autre et était significativement plus élevée lorsque le verger n'a pas été taillé, mais aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée sur les indices écologiques tels que l'indice de diversité

de Shannon (H'), la diversité maximale (Hmax) et l'indice d'équité (E) en raison du même écosystème.

Tableau 29 : La richesse spécifique totale (S), l'indice de diversité de Shannon (H'), la diversité maximale (Hmax) et l'indice d'équitabilité (E) dans l'olivier de différents types de taille.

Indice	Pn	P50	P10	Pf	P25	P
N	3429	478	527	366	485	0.043
S	36	19	17	15	19	0.043
H' (bits)	2,25	2,15	1,92	2,31	2,07	0.435
H _{max} (bits)	5,32	4,24	4,08	3,9	4,24	0.224
E	0,42	0,5	0,47	0,59	0,48	0.406

Pf; taille agriculteur, P50; taille sévère, P25; taille moyenne, P10 ; taille légère, Pn; non taille

5. Discussion

L'effet de l'intensité de la taille a fourni une explication significative du taux d'infestation par les ravageurs tout au long de la saison ; une taille sévère est mentionnée comme importante pour minimiser les attaques de ravageurs et leur déclin. En effet, Simon et *al.* (2006) ont observé une diminution de *Dysaphis plantaginea* (Passerini) et de *Panonychus ulmi* (Koch) dans le couvert forestier sous un système de taille. Cependant, la réduction de la densité des branches peut également avoir un effet négatif sur la régulation des ravageurs : le développement des larves de *C. pomonella* peut être favorisé en raison de la pénétration accrue de la lumière et de l'augmentation de la température du couvert (Kührt et *al.*, 2006).

Dans notre présente étude, l'intensité de la taille a favorisé la diversité de certains ravageurs comme les acariens. En effet, nos résultats peuvent être comparée à certains travaux qui ont montré qu'une pénétration accrue de la lumière dans les vieux pommiers à haute tige entraîne une augmentation de la teneur en chlorophylle et donc une augmentation du nombre de ravageurs alimentaires tels que le psylle et les pucerons (Hard, 1992 ; Vool et *al.*, 2014). Hard (1992), a même signalé que les effets de la taille étaient associés à des changements de microclimat autour du bois taillé, ce qui réduisait la survie des scolytes.

Par ailleurs, (Grechi et *al.*, 2010) rajoutent que les stratégies de la taille vont de pair avec des stratégies de fertilisation, qui affectent également les niveaux de ravageurs. De plus, les concentrations d'azote dans les plantes hôtes sont connues pour affecter les insectes

suceurs (Douglas, 1993), tels que les pucerons (Kytö et al., 1996) et les acariens (Papp et al., 2001).

D'autre part, l'influence de l'intensité de la taille sur les prédateurs est également considérée comme importante dans cette étude. En effet, nous avons remarqué que la taille a augmenté leur abondance ainsi que la diversité des ennemis naturels tels que *Nesidiocoris tenuis*, *Scymnus marinus*.... Dans ce contexte, nos données sont assez proches de celles de Rei et al. (2010) qui ont constaté une proportion beaucoup plus élevée de prédateurs et de parasitoïdes entre les différents systèmes de gestion, à 29 %, intégrés par rapport aux vergers traditionnels dans la canopée de l'olivier. De plus, Rodriguez et al. (2012) ont remarqué que le sol labouré (plutôt que le sol paillé) avait un effet positif égal ou supérieur sur les prédateurs de la canopée des oliviers. Paredes et al. (2013) ont également signalé une augmentation des principales espèces ennemies naturelles des oliviers associées à la couverture du sol. De tout ce qui précède, nous pouvons donc déduire que l'importance de la diversité florale et de ses caractéristiques fonctionnelles, ainsi que d'autres prédicteurs tels que le paysage, ont une forte influence sur l'abondance et l'assemblage des espèces prédatrices.

Enfin, la taille offre une variété d'avantages aux arbres, ce qui en fait une technique de gestion recommandée, car elle stimule la croissance des plantes, élimine les structures malades, rend les arbres moins attrayants pour les ravageurs et altère la résistance des plantes aux ravageurs. De plus, la taille joue un rôle dans la lutte antiparasitaire en éliminant le ravageur lui-même ou sa source d'infection ou d'infestation (assainissement) et en modifiant les conditions du microclimat autour du tissu pour affecter à la fois l'hôte et le ravageur.

6. Conclusion

Dans cette étude, une approche a été adoptée pour démontrer l'importance de la taille sur les arthropodes de la frondaison de l'olivier, étudier la réponse des taxons aux effets de l'intensité, de l'abondance et de la diversité de la taille. Les résultats montrent un effet significatif de l'intensité de la taille sur les arthropodes de la canopée de l'olivier tels que les phytophages et réduisent les infestations de ravageurs. Nous avons également enregistré un effet positif significatif sur certains taxons ennemis naturels. Par conséquent, la taille est un moyen efficace de contrôler les populations des ravageurs.

CHAPITRE III :

**L'IMPACT DE LA TAILLE ET LA
FERTILISATION SUR LES PARAMETRES
VEGETATIFS ET PRODUCTIFS DE
L'OLIVIER**

CHAPITRE 3 : EFFET DE LA TAILLE ET LA FERTILISATION SUR LES PARAMETRES VEGETATIFS ET PRODUCTIFS DE L'OLIVIER

1. Résultats de l'effet de l'intensité de la taille et la dose d'azote sur la croissance végétative

1.1. Le volume de frondaison

Le volume de frondaison est corrélé ($r=0.13$) au type de taille appliqué. Lors de la taille, le nombre total de branches ou de gourmands enlevés a considérablement augmenté avec l'intensité de taille. La quantité de bois de taille éliminée au cours de l'année 2021 est de 9,4 ; 7,5 et 2,7kg par arbre de chaque intensité taille : sévère, moyenne et légère respectivement.

Il existe une différence entre les deux volumes avant et après la taille ; le volume avant est supérieur à celui obtenu après la taille (Figure 57). En outre, aucune différence n'a été enregistrée concernant la hauteur des arbres, qui était de 5,42 m.

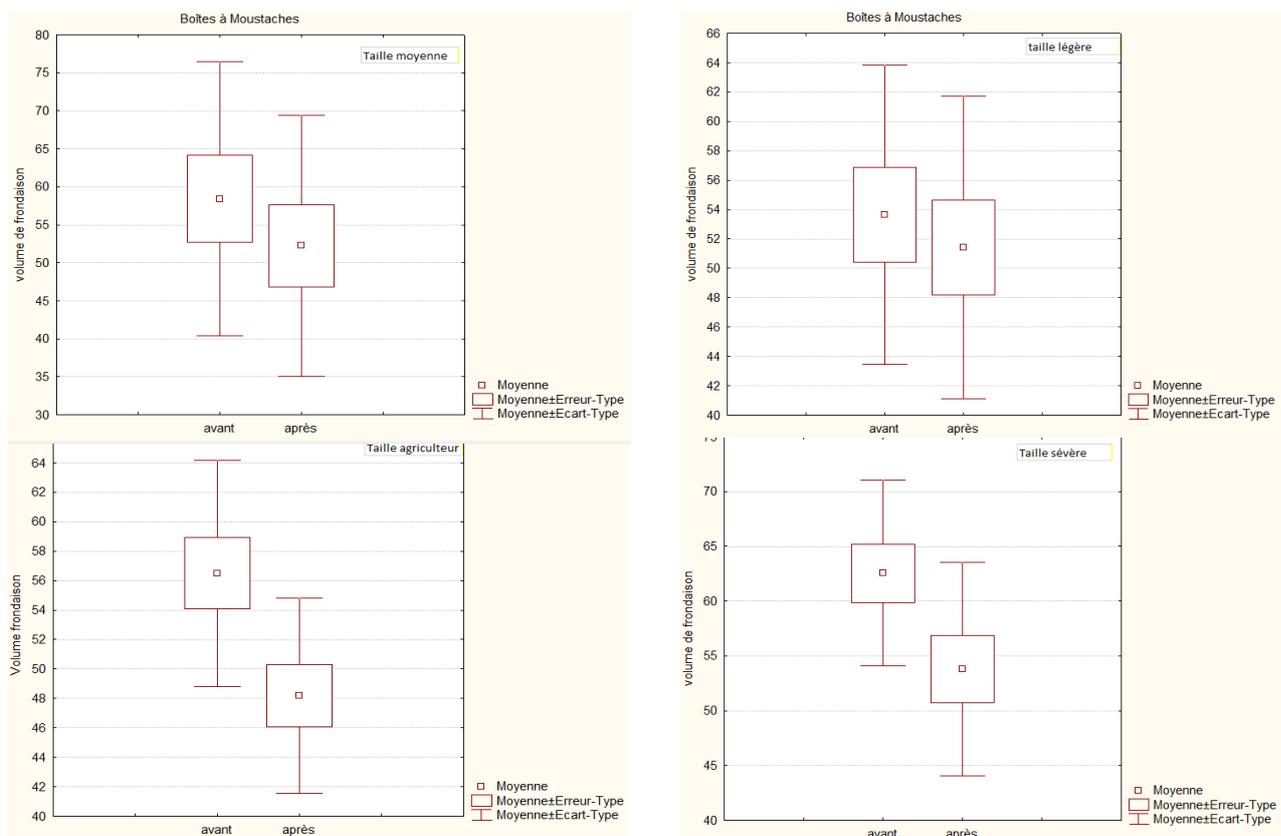


Figure 57 : Volume de frondaison de l'olivier avant et après la taille.

1.2. La longueur des pousses

1.2.1. La pousse de l'année

L'analyse statistique ANOVA à deux facteurs montre une différence significative entre les longueurs des pousses selon l'intensité de taille. Le coefficient de variation de la longueur de pousse, estimé à plus de 37% (Figure 58), montre que le taux de croissance des pousses différait significativement entre les orientations de l'arbre et l'intensité de taille. En effet, la taille légère montre des longueurs de pousses (LP) (7 cm) plus longues comparativement à la taille sévère (4,25 cm) avec respectivement un nombre moyen de 10,62 et 10 feuilles par pousse. Concernant la fertilisation azotée (Figure 59), la dose 75% a engendré des pousses plus longues suivies par la dose 50%, puis la dose agriculteur et en dernière position la dose 100%. De plus, l'orientation de l'arbre affecte le développement végétatif des pousses puisque nous avons constaté que la direction sud et nord exerçait un effet très significatif sur l'allongement des pousses.

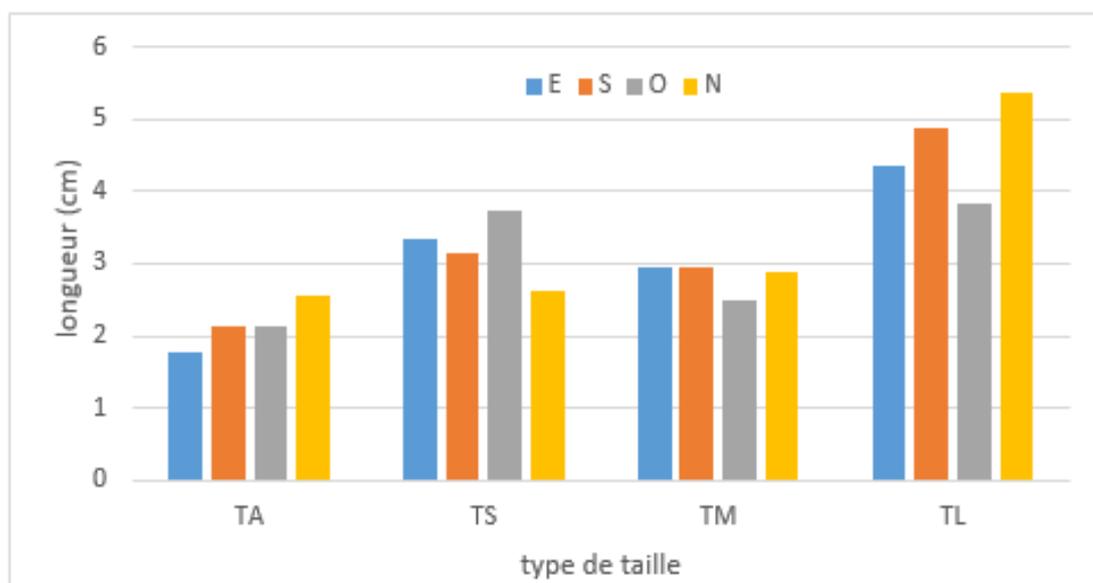


Figure 58 : Effet de l'intensité de la taille et de l'orientation de l'arbre sur la longueur de pousse (c m) de l'année selon l'intensité de taille.
 T : Taille. A : Agriculteur, S : Sévère ; M : Moyenne ; L : Légère,
 E : Est, S : Sud, O : Ouest et N : Nord

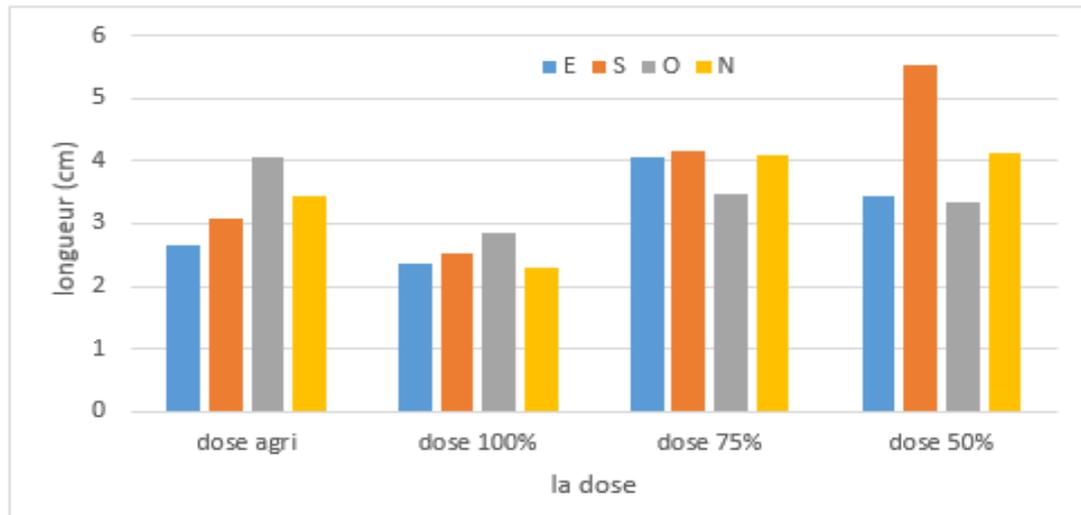


Figure 59 : Effet de la dose d’azote et de l’orientation de l’arbre sur la longueur de pousse (c m) de l’année selon l’intensité de taille.

1.2.2. La pousse de l’année précédente

Le tableau 30 ci-dessous consigne les résultats d’analyse de la variance ($P < 0,001$) ; il est remarqué que les deux facteurs dose d’azote et intensité de taille ont un effet hautement significatif sur la longueur des pousses de l’année précédente ($p = 0,00001$), leur interaction est aussi significative ($p = 0,000081$). Par ailleurs, les tailles légères et sévères ont stimulé significative la croissance des pousses par rapport aux autres types de taille (Figure 60). La longueur moyenne des pousses est de 25,24 ; 27,5 ; 28,88 et 28,46 cm respectivement pour les différents types de taille : agriculteur, sévère, modéré et légère.

Tableau 30 : Analyse de la variance de l’effet de la taille et de la dose d’azote sur la longueur des pousses l’année précédente.

	DDL	SC	MC	F	P
Taille	3	14,1246	4,7082	28,375	0,000001*
Dose	3	7,1967	2,3989	14,457	0,000081*
Taille*dose	9	9,0268	1,0030	6,045	0,000946*
Erreur	16	2,6549	0,1659	2,6549	

* : Signification au seuil de 5 %.

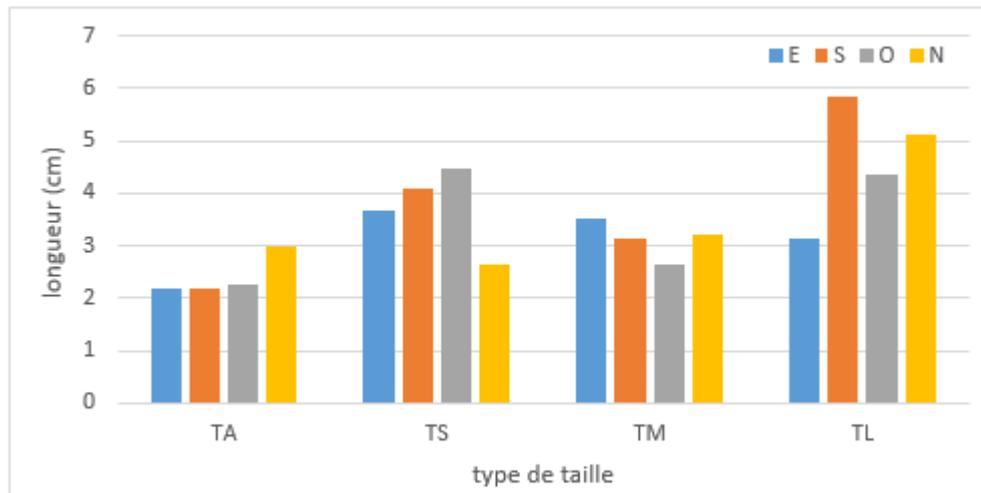


Figure 60 : Effet de la dose d'azote sur la longueur de pousses de l'année de l'année.

En fin de saison de végétation après la taille en 2021, la longueur des pousses de 1 an et le nombre de feuilles qu'elles contiennent dépendent de la sévérité de la taille et de la dose de fertilisation. En effet, la dose 75% a développé des longueurs des pousses plus longues suivies par la dose 50%, exerçant un effet très significatif sur l'élongation des pousses ; puis la dose agriculteur et en dernière position la dose 100%. L'évolution maximale des pousses était de 4,7cm à la dose de 50 % à l'orientation sud, suivie par la dose de 75% avec de 4cm à l'orientation nord (Figure 61).

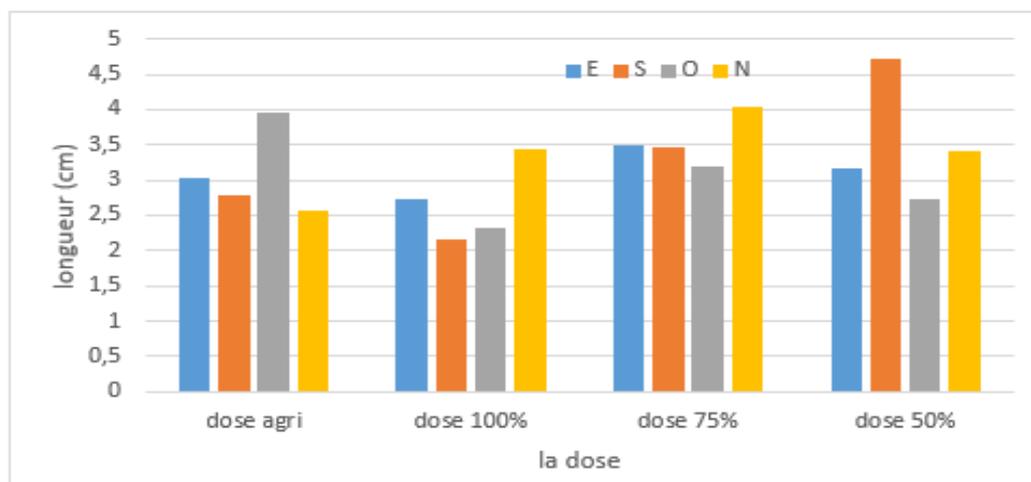


Figure 61 : Effet de la dose d'azote sur la longueur de pousses de l'année précédente.

1.3. La floraison

Les effets des intensités de taille sur le nombre de grappes et de fleurs par branche pendant la saison de croissance en cours ont également été évalués. Le nombre de grappes et de fleurs n'était pas significativement affecté par la fertilisation et le degré de taille. Tandis que le taux de floraison était plus élevé pour la taille sévère et la taille légère (47,43%) par rapport aux autres types de taille (Figure 62), sans aucune différence significative ($p > 0,05$) (Tableau 31). En conséquence, les différents types de doses d'engrais et de taille n'ont pas eu d'effet clair sur ce paramètre. Cela peut s'expliquer par l'échelonnement de la floraison de l'olivier. De plus, le nombre de fleurs par rameau ne varie pas avec l'intensité de taille, d'autant plus que dans ce cas plusieurs facteurs entrent en jeu, notamment les conditions climatiques.

Tableau 31 : Analyse de la variance de 'effet de la taille et de la fertilisation sur le nombre de grappes de fleurs et sur le taux floraison.

	DDL	SC	MC	F	P
Taille	3	7816,4	2605,5	1,22105	0,334336
Dose	3	2036,6	678,9	0,31815	0,812098
Taille*dose	9	10877,3	1208,6	0,56641	0,805115
Erreur	16	34140,5	2133,8		

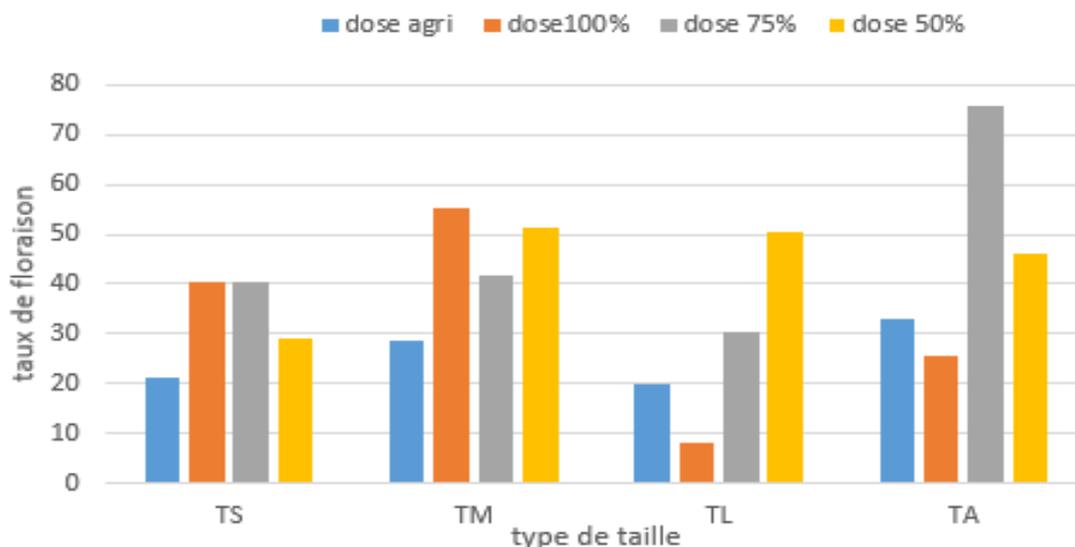


Figure 62 : Effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le taux de floraison.

1.4. La nouaison

L'analyse multi-variée des mesures répétées de la variance a révélé des effets non significatifs des facteurs intensité de taille et dose d'azote sur le taux de nouaison ($p > 0,05$) (Tableau 32). Le taux de nouaison le plus élevé a été enregistré par le bloc taille moyenne-dose 50% avec 13,28%, suivi par le bloc taille légère-dose 75% (10,67 %) et en troisième position se classe la taille sévère avec la dose de l'agriculteur (10,06%) (Figure 63).

Tableau 32 : Analyse multi variée de l'effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le taux de nouaison.

	DDL	SC	MC	F	P
Taille	3	0,5720	0,1907	0,00825	0,998893
Dose	3	31,4696	10,4899	0,45366	0,721100
Erreur	9	208,1059	23,1229		

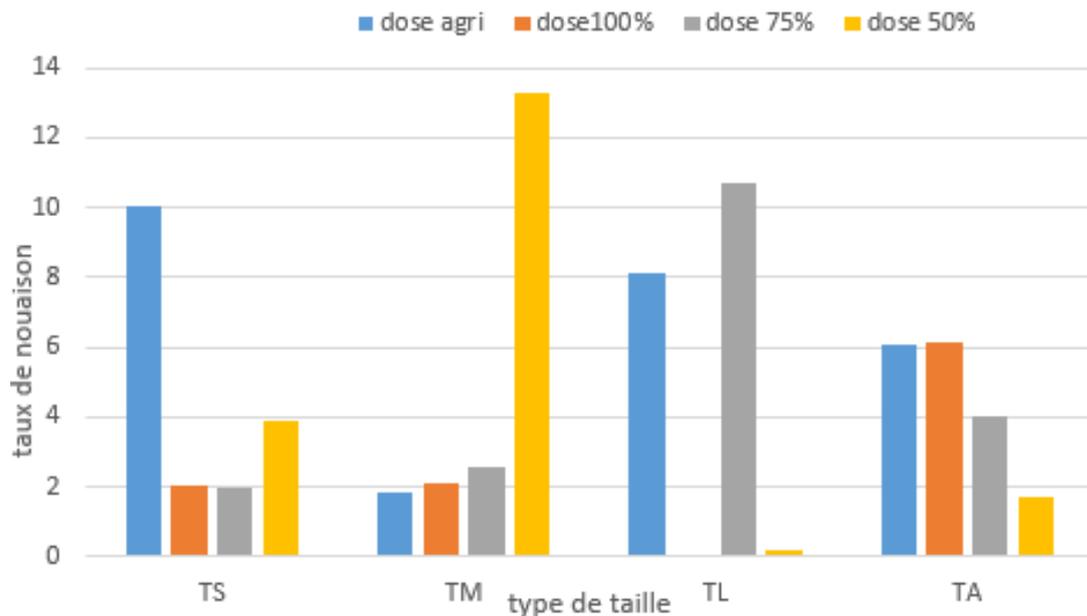


Figure 63 : Effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le taux de nouaison.

1.5. Analyse foliaire de l'azote

À la fin de cette partie expérimentale (septembre 2021), des échantillons de feuilles ont été analysés. La plus forte concentration de N dans les feuilles a été enregistrée pour la taille moyenne - fertilisation 75%, avec 1,89 mg/L. En revanche, aucun effet significatif de l'intensité de taille sur les concentrations en azote des feuilles n'a été détecté ; néanmoins, d'après le test du LSD (Fisher), une relation significative ($p < 0.05$; 0,023) a été constatée entre la taille moyenne et la dose 75 % (Tableau 33).

Tableau 33 : Probabilités pour les Tests Post Hoc (LSD Fisher) appliquées sur la paramètre intensité de taille.

	Dose agriculteur	Dose 100%	Dose 75%	Dose 50%
Taille agriculteur		0,136248	0,023346	0,189887
Taille sévère	0,136248		0,303731	0,832182
Taille moyenne	0,023346	0,303731		0,223009
Taille légère	0,189887	0,832182	0,223009	

Erreur : MC Inter = 0,00824, dl = 9,0000.

2. Résultats de l'effet de l'intensité de la taille et la dose d'azote sur les paramètres productifs

2.1. Longueur du fruit

Le tableau 34, ci-après, résume les résultats de l'analyse de la variance de l'effet des deux facteurs (taille et dose) sur la longueur du fruit. Les résultats obtenus indiquent que les deux facteurs n'ont pas d'effet significatif sur la longueur des fruits. Par contre, des différences significatives entre les différentes intensités de taille sont enregistrées. En effet, plus grande longueur (2,44 cm) a été observée pour la taille sévère, suivie de la taille agriculteur (2,41 cm). Pour ce qui est de la fertilisation, une différence significative a été mise en évidence entre les différentes doses d'azote appliquées au verger.

Par conséquent, c'est la dose 75% (2,50 kg d'urée par arbre) qui a donné la longueur maximale (2,38 cm), suivie de la dose 100% et de la dose agriculteur avec respectivement des valeurs de 2,36 et 2,30 cm. La plus courte avec 2,26 cm correspond à la dose 50% (Figure 64). Cet écart de résultats est, fort probablement, dû à la pré-disponibilité de l'azote minéral dans le sol de notre verger expérimental.

Tableau 34 : Analyse de la variance de l'effet de la taille et de la dose d'azote sur la longueur du fruit.

	DDL		SC	MC	F	P
Taille	3		0,16272	0,05424	1,520	0,274873
Dose	3		0,04147	0,01382	0,387	0,764877
Erreur	9	0,32111	0,03568			

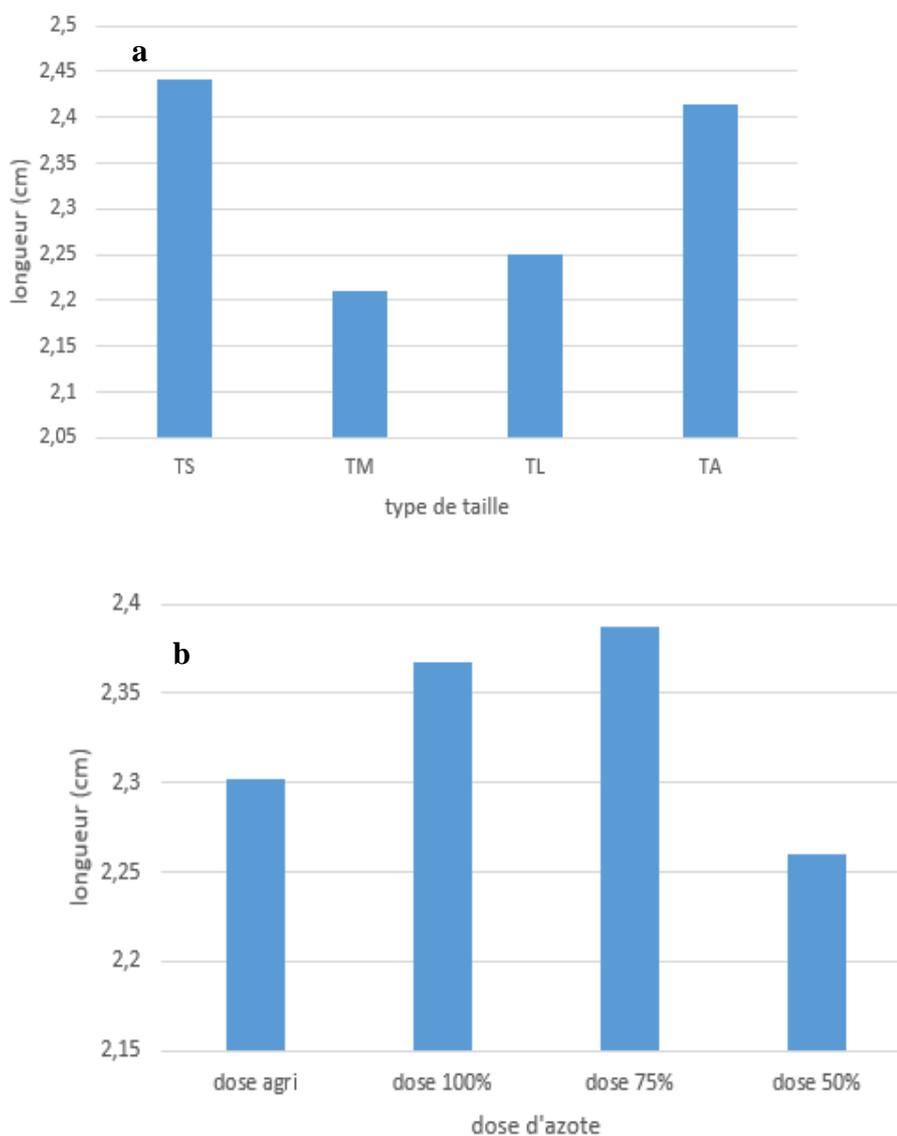


Figure 64 : Effet de la taille et de la dose d'azote (a) sur la longueur de fruit (b).

2.2. Largeur du fruit

Le tableau 35 consigne les résultats de l'analyse de la variance relative à l'effet de deux facteurs intensité de la taille et dose d'azote. L'examen des résultats obtenus montre que les deux facteurs précités n'ont pas d'effet significatif sur la largeurs des fruits ($p > 0,05$). Le test d'homogénéité a révélé deux groupes homogènes chevauchants (Tableau 36).

En revanche, il existe des différences significatives entre les différentes intensités de taille ($p < 0,05$). La taille sévère à aboutit à la plus grande largeur moyenne avec 1,71 cm, suivie de celle de l'agriculteur avec de 1,62 cm puis la taille moyenne avec 1,58 cm et en dernière position la taille légère avec 1,48cm.

Concernant la fertilisation, Une différence significative a été mise en évidence entre les différentes doses d'azote appliquées au verger ($p < 0,05$). La largeur maximale moyenne du fruit de $1,6 \pm 0,03$ cm a été obtenu pour la dose 100% (3,2 kg d'urée/ arbre), 50% et la dose agriculteur. Par contre, la dose 75 % affiche une largeur de 1,53 cm (Figure 65). Cet écart dans les résultats pourrait être attribué à la disponibilité d'azote minéral dans le sol.

Tableau 35 : Analyse de la variance relative à l'effet des facteurs intensité de la taille et dose d'azote sur la largeur des olives.

	DDL	SC	MC	F	P
Taille	3	0,10448	0,03483	3,183	0,077427
Dose	3	0,02903	0,00968	0,884	0,485210
Erreur	9	0,09848	0,01094		

Tableau 36 : Les groupes homogènes (1 et 2) de la taille ($p < 0,05$).

Taille	Moyenne	1	2
3	1,487500	****	
2	1,582500	****	****
4	1,622500	****	****
1	1,712500		****

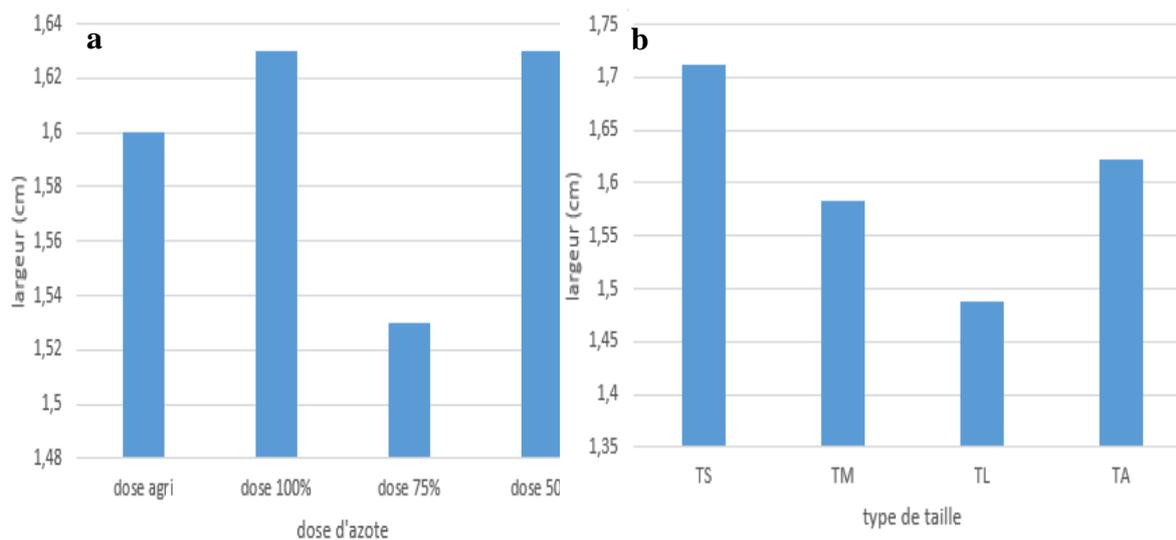


Figure 65 : Effet de la dose d'azote (a) et de l'intensité de la taille (b) sur la largeur des olives

2.3. Épaisseur de la chair d'olive

Les épaisseurs moyennes de chair des olives obtenues au cours de l'année 2021 pour la variété Sigoise, se situent entre 0,32-0,46 cm. L'épaisseur la plus grande a été notée au niveau de la taille légère-fertilisation 100% avec 0,46 cm, suivi par le bloc taille sévère-dose 75% avec 0,44cm (Figure 66). En revanche, aucun effet significatif de l'intensité de la taille et des différentes doses d'azote sur les épaisseurs de chair des olives n'a été détecté ($p > 0,05$) (tableau 37).

Tableau 37 : Analyse de la variance de l'effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur l'épaisseur de chair des olives.

	DDL	SC	MC	F	P
Taille	3	0,001525	0,000508	0,267	0,847494
Dose	3	0,001725	0,000575	0,302	0,823191
Erreur	9	0,017125	0,001903		

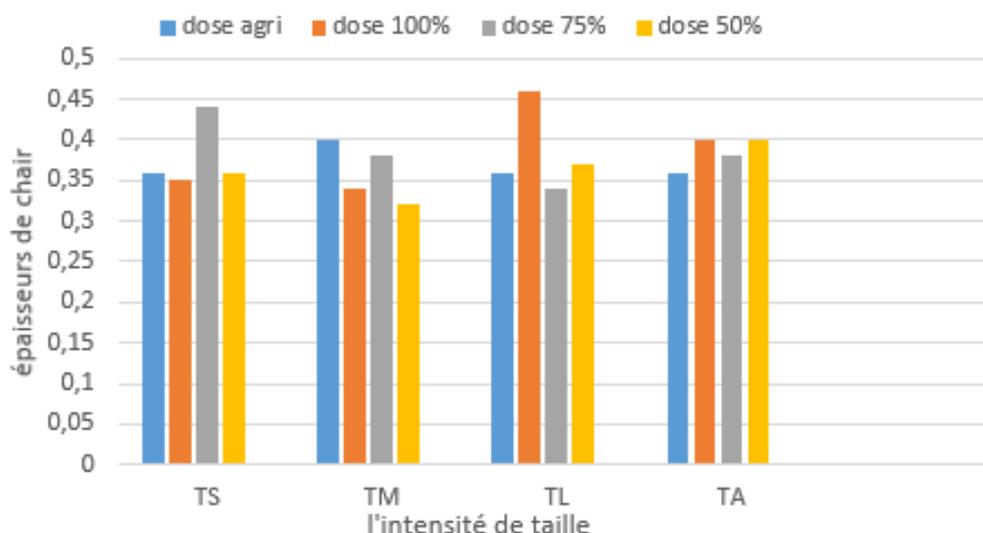


Figure 66 : Effet de la dose d'azote et de l'intensité de la taille sur l'épaisseur de la chair des olives.

2.4. Poids moyen de 100 olives

L'analyse de variance à deux facteurs des différentes doses d'urée et de l'intensité de la taille n'a pas montré d'effet significatif sur le poids moyen des fruits ($p > 0,05$) (Tableau 38). La taille sévère avec la dose d'azote de 75% a donné un poids moyen de 403g, suivi de la taille légère avec la dose de 100% avec 384,7g. D'autre part, le test d'homogénéité a permis de former deux groupes homogènes chevauchants.

Tableau 38 : Analyse de la variance de l'effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le poids moyen de 100 olives.

	DDL	SC	MC	F	P
Taille	3	12581	4194	2,983	0,096164
Dose	3	2517	839	0,597	0,634650
Erreur	9	11246	1406		

2.5. Rendement

Le rendement en fruits par arbre était très variable d'un arbre à l'autre et les différences étaient dues aux différentes doses d'azote et à l'intensité de taille. Le rendement moyen le plus élevé a été enregistré pour les arbres recevant des doses de 100 %, avec une moyenne de 38,1 kg par arbre. Par contre, la taille agriculteur et la taille sévère présentent des productions relativement plus élevées par rapport aux autres tailles.

Le tableau 39 résume les résultats d'analyses de la variance. Les résultats indiquent que, pris isolément, le facteur intensité de la taille et dose d'azote exercent un effet très significatif sur le rendement en olives (taille : $p < 0,000238$, dose : $p < 0,000008$). Toutefois l'interaction des deux facteurs n'est pas d'effet significatif ($p < 0,33$). En revanche, le test d'homogénéité a permis d'obtenir cinq (5) groupes homogènes chevauchants (Tableau 40).

Tableau 39 : Analyse de la variance pour le rendement.

	DDL	SC	MC	F	P
Taille	3	2298,26	766,09	9,6046	0,000238
Dose	3	3715,53	1238,51	15,5275	0,000008
Taille*dose	9	865,18	96,13	1,2052	0,336824
Erreur	24	1914,29	79,76		

Tableau 40: Les groupes homogènes d'après le test de LSD (Fisher).

Tailles	Doses	Moyenne	1	2	3	4	5
3	1	4,50000	****				
3	2	11,83333	****	****			
2	1	12,30000	****	****			
1	1	14,62000	****	****	****		
3	4	15,57000	****	****	****	****	
2	4	15,72000	****	****	****	****	
2	2	20,16667		****	****	****	
3	3	20,83333		****	****	****	
4	1	22,89333		****	****	****	
4	4	24,50000	****	****	****	****	
2	3	25,20667		****	****	****	
4	2	29,53000			****	****	
1	4	29,70000		****	****	****	
1	2	30,90000				****	
4	3	51,84000					****
1	3	54,55000					****

Les résultats obtenus ont montré que la production d'olive est corrélée avec la quantité d'azote apporté et l'intensité de taille ; pour cela, un modèle de prédiction linéaire a été modéliser (éq 1) pour crée un lien entre la production d'olives et la concentration en azote et l'intensité de la taille. Cette relation s'exprime comme suit :

Relation polynomiale d'ordre 2 : poly (Taille + dose, ordre=2) :

Les résultats des modèles évalués par combinaison entre les deux paramètres sont présentés dans les tableaux 41 et 42. Le modèle basé sur la régression était statistiquement significatif ($p < 2,738e-07$). Le R^2 était également élevé (supérieur à 0,649). La différence moyenne entre les rendements observés et estimés est de 2,31 jusqu'à 4,34 kg ; ce qui représente une erreur de $\pm 6,96$ jusqu'à 13,07 %. De plus, plus le R^2 est proche de 1, plus on obtient une meilleure prédiction. Le F statistique obtenu est de 27,85 avec un degré de liberté égal à 27. Les équations polynomiales d'ordre 2 de la relation entre le rendement, l'intensité de la taille et la dose d'azote peuvent s'écrire comme suit:

Le premier modèle de prédiction du rendement oléicole formulé par l'équation 1, (Tableau 41) inclus l'ensemble des types de taille utilisées dans l'expérimentation : taille sévère, moyenne, légère et taille agriculteur. Alors que le modèle représenté par l'équation 2, n'inclus pas la taille agriculteur (Tableau 42):

$$\text{Equation 1 : } Rdt = 6.38 + 1,81(It + da) + 0.14(It + da)^2$$

$$\text{Equation 2 : } Rdt = 16,395 - 3,666(It \times da) + 0,772(It \times da)$$

Avec **Rdt** : rendement des olive en kg, **It** : Intensité de la taille et **da** : dose d'azote.

Tableau 41 : Résultats de la régression polynomiale, avec taille agriculteur.

	Estimation	Std. Erreur	Valeur t	Pr (> t)
Intercepter	6.3797	7.0171	0.909	0.369
Poly (Taille + Dose) 1	1.8101	2.2662	0.799	0.430
Poly (Taille + Dose) 2	0.1417	0.1593	0.889	0.380

Tableau 42 : Résultats de la régression polynomiale, sans taille agriculteur.

	Estimation	Std Erreur	Valeur t	Pr (> t)
Intercepter	16,3958	8,15845	2,00967	0,0545
Poly (Taille * Dose, ordre = 2, brut = T) 1	-3,6662	3,29509	-1,1126	0,2756
Poly (Taille * Dose, ordre = 2, brut = T) 2	0,77181	0,29202	2,64305	0,0135

3. Résultats de l'effet des paramètres taille et azote sur la qualité de l'huile d'olive

3.1. Le pH

Les résultats du pH des huiles d'olive étudiées sont représentés dans le graphe ci-dessous (Figure 67). Les résultats obtenus montrent des valeurs variant entre 5,05 et 6,02 pour les tous échantillons, en comparant ces valeurs à celle de la norme commerciale C.O.I (2003). Notons aussi que deux échantillons analysés respectent la norme (pH : 3,9 – 5,4) qui représentent les valeurs les plus basses avec 5,05 et 5,30.

Les autres représentent des valeurs supérieures au seuil établi par le Conseil Oléicole International (COI) (2003). Les valeurs les plus élevés ont été obtenus pour la taille agriculteur + dose 100% avec un pH de 6,02 ; alors que la plus basse valeur est observé pour la taille agriculteur + 50 % d'azote (5,05). Les valeurs de pH des autres combinaisons expérimentales oscillent entre 5,40 et 5,90. Néanmoins l'analyse de la variance effectuée pour ce paramètre n'a révélé aucun effet significatif de la taille et de l'azote ($p > 0,05$).

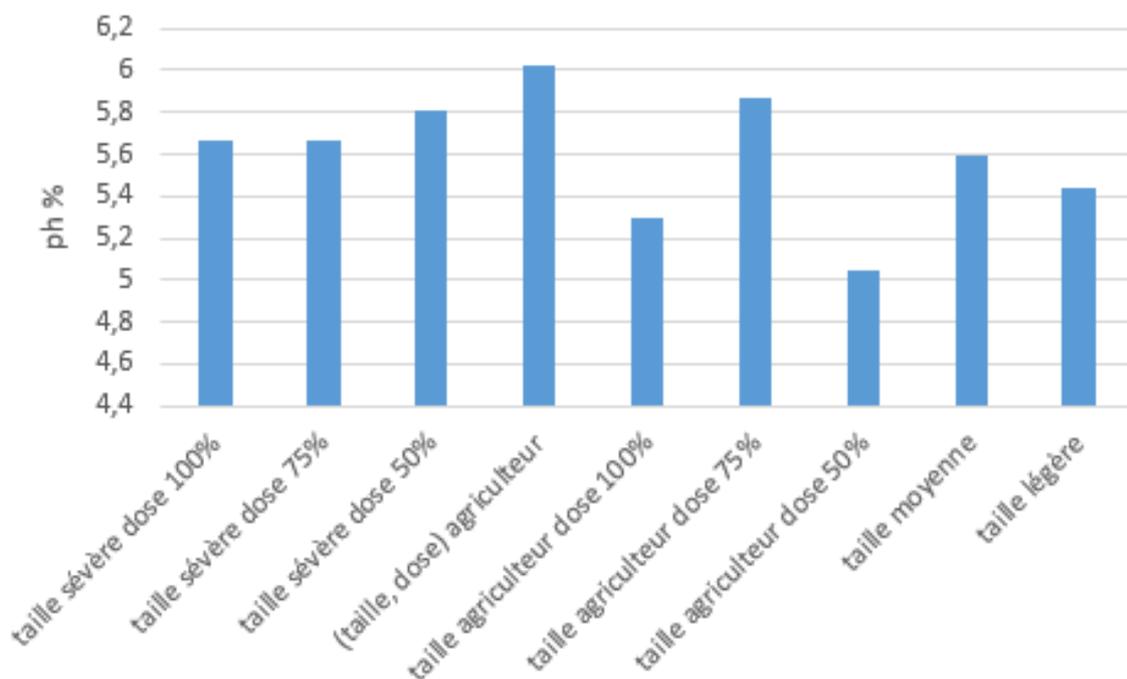


Figure 67 : Effet de l'intensité de la taille et de la dose d'azote sur le pH des huiles d'olive.

3.2. Teneur en acidité libre

L'acidité est un critère qualitatif et commercial de l'huile d'olive. Il indique le pourcentage d'acides gras libres exprimé en acide oléique. Les résultats de l'analyse de la teneur en acidité des huiles d'olive sont illustrés par la figure 68 ci-dessous. La valeur minimale obtenue pour le traitement taille sévère - dose 50% est de 0,84 %, suivie par la taille agriculteur-dose 50 %. La teneur maximale de 4,37 % est obtenue dans le bloc agriculteur. Toutefois, l'intensité de la taille et la dose d'azote n'ont eu aucun effet significatif sur l'acidité des huiles ($p>0,05$).

Il est à noter aussi que de faibles doses donnent des indices d'acidité inférieurs à 1 ; ce qui permet de classer ces huiles dans la catégorie des huiles vierges extra selon les normes établies par le COI.

Les autres échantillons dépassent les limites fixées par le COI, qui se situent entre 1 et 4,37 % et permettent de les classer en trois catégories d'huiles d'olive :

- ✓ La classe des huiles d'olive vierge dont l'acidité libre est inférieure ou égale à 2 ; cette classe comprend les échantillons (taille sévère dose 100%, taille sévère dose 75%, taille légère) ;
- ✓ La classe des huiles d'olive vierges courantes dont l'acidité libre est inférieure ou égale à 3,3. Cette classe renferme les échantillons : taille agriculteur dose 75%, taille moyenne ;
- ✓ La classe des huiles d'olive vierges lampantes, dont l'acidité libre est supérieure à 3,3. Cette classe contient les échantillons : bloc agriculteur, taille agriculteur dose 100%.

Les acidités élevées que nous avons obtenues s'expliquent à la fois par l'extraction traditionnelle et le manque de précautions prises lors du stockage des huiles d'olive, ce qui entraîne l'augmentation de l'acidité.

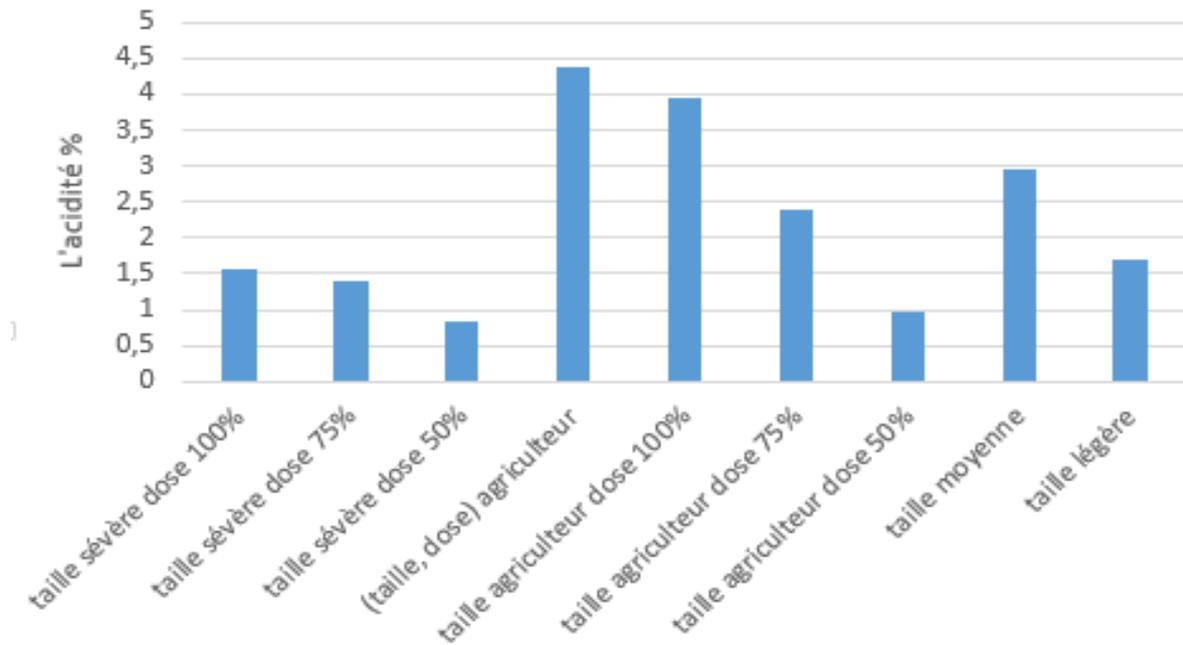


Figure 68 : Effet des paramètres taille et dose d'azote sur la variation de l'acidité libre des échantillons d'huiles d'olive étudiés.

3.3. L'indice de peroxyde

Les huiles analysées fournissent des indices de peroxyde (IP) qui varient entre 5 meq d'O₂/Kg et 22,5 meq d'O₂/Kg (exprimés en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme d'huile) (Figure 69). Cet indice est un indicateur important de la qualité de l'huile d'olive puisqu'il explique le degré d'oxydation d'huile. Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'azote a un effet non significatif sur le peroxyde ($p > 0,05$). Sur l'ensemble des échantillons, seules deux présentent des valeurs d'indice supérieures à 20 meqs O₂ actifs/kg à (agriculteur et taille sévère+ dose 100%) alors que celles des autres oscillent entre 5 et 17,5 meqs O₂ actifs/kg. Cela traduit une faible oxydation pour toutes les huiles et leur conformité à la norme commerciale du COI (≤ 20 meqs O₂ actifs / kg d'huile d'olive), et leur classement comme huile d'olive extra vierge.

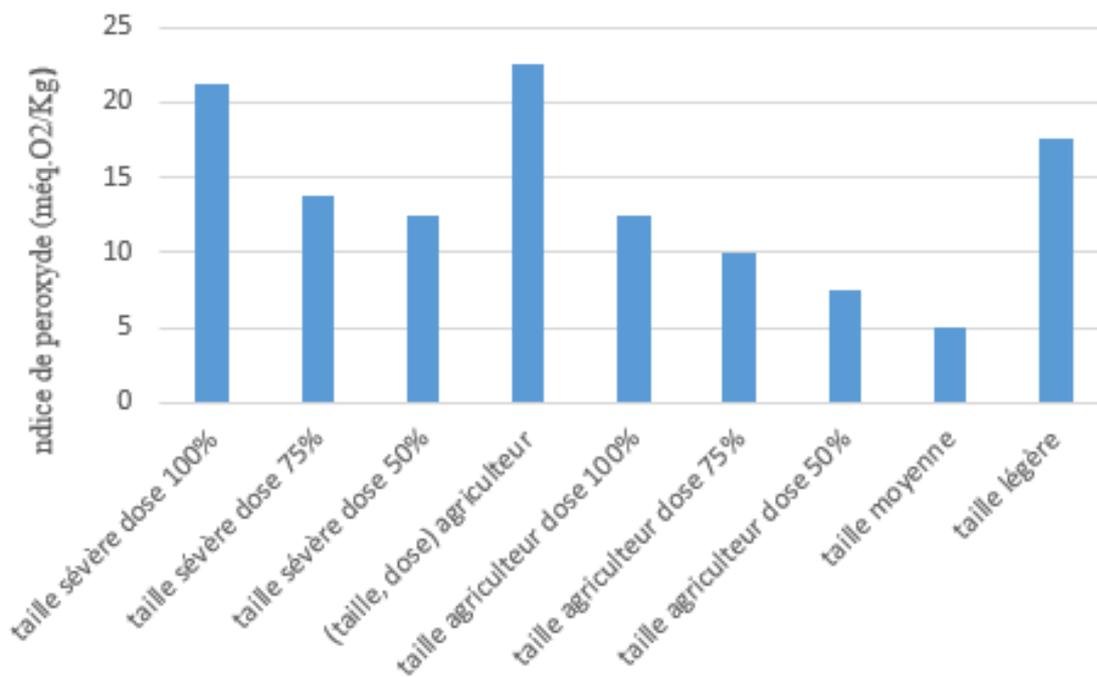


Figure 69 : Variabilité de l'indice de peroxyde des d'huiles d'olive étudiés en fonction de la taille et de la dose d'azote.

3.4. L'extinction spécifique

Les indices de peroxyde n'expliquent pas la stabilité de l'huile pendant le stockage. L'utilisation de la détermination des coefficients d'absorption UV (K232, K270) renseigne sur la présence ou l'absence de précurseurs ou du début d'oxydation et donc sur la prédiction de la stabilité. Les résultats de l'absorbance dans les UV, exprimée par les coefficients d'absorption (Figure 70), montrent que tous les échantillons d'huiles d'olive issus des différents traitements (taille et dose d'azote) sont conformes aux normes du CIO ($K232 \leq 2,6$ et $K270 \leq 0,25$) pour une huile d'olive extra vierge, à l'exception de trois échantillons dont les seuils sont dépassés.

Les traitements taille sévère-dose 100% et le bloc agriculteur ont montré des coefficients K232 (2,76 et 2,85) supérieurs à ceux enregistrés pour les autres combinaisons ($< 2,6$). Ceci coïncide avec les résultats obtenus pour l'indice de peroxyde. Quant au coefficient K270, les valeurs obtenues varient de 0,1 à 0,31, pour tous les échantillons des huiles. De plus, six (6) échantillons ont présenté des valeurs inférieures à la limite fixée par la norme du COI, qui est de 0,25. Ces échantillons. Trois autres huiles présentent des valeurs comprises entre 0,27 et 0,31.

Néanmoins, l'analyse de la variance de l'absorbance à 232 nm et à 270 nm montre un effet non significatif de l'intensité de la taille et de la dose sur le coefficient d'absorption ($p>0,05$).

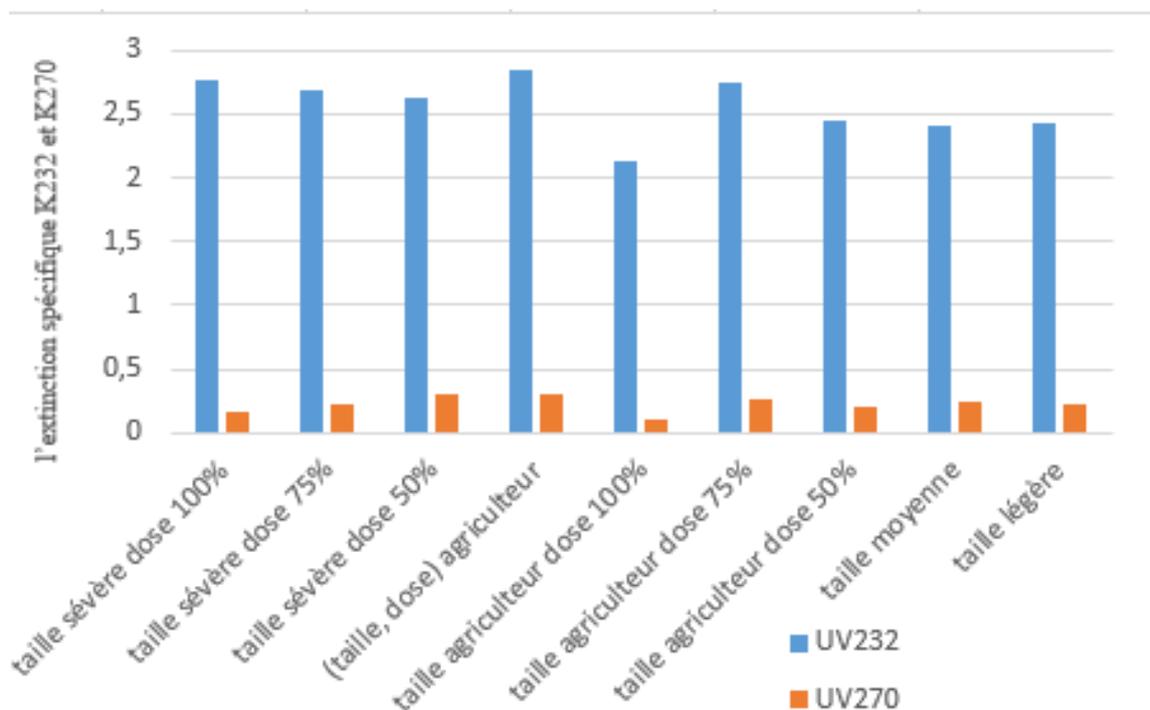


Figure 70 : Absorbance à 232 et 270nm des huiles d'olive, pour les différents traitements.

4. Discussion

4.1. Effet de l'intensité de la taille et la dose d'azote sur la croissance végétative

D'une manière générale l'intensité de la taillé pratiquée sur l'olivier ainsi que les apports d'azote ont significativement favorisée la croissance végétative des pousses. A travers le type d'intensité, la taille légère a montré des longueurs de pousses (7 cm) et un nombre moyen de feuilles plus importants (10,62) que les autres catégories de taille. Pour ce qui de l'effet de l'apport de l'azote, la dose complète (100% ; 3,2 kg d'urée/ arbre) à permis d'obtenir des pousses végétatives plus longues, suivie par la dose 50 %. Nous pouvons conclure dans ce cas que la disponibilité de l'azote dans le sol et le type de taille pratiquée constituent une combinaison primordiale pour la croissance végétative, toutefois, le sol demeure un déterminant majeur. En effet les résultats des analyses du sol de la parcelle expérimentale ont montré un taux de matière organique (MO) largement satisfaisant et un taux de K2O échangeable de 221,75 ppm, selon les normes d'évaluation de la fertilité potassique des sols. Ce sol se situe donc au-dessus des seuils critiques (180 ppm) définis par plusieurs auteurs dans les sols oléicoles (Gargouri et Mhiri, 2002).

Cependant les taux élevés de calcaire actif et du pH (basique : 8,9 en moyenne) favorisent l'insolubilisation des engrais et modifient l'activité des microorganismes du sol. Ces caractéristiques interactives peuvent avoir eu un effet sur les paramètres végétatifs et par conséquent productifs de l'olivier.

Les résultats de cette étude sur l'effet de la taille sur la croissance végétative corroborent ceux déjà obtenus par plusieurs auteurs. Rodrigues *et al.* (2018), précisent que la taille légère constitue une pratique de gestion plus rationnelle pour contrôler le volume de frondaison et d'ombrage, par opposition aux arbres non taillés, qui présentent une frondaison plus haute et plus dense. De leur côté, Albarracín *et al.*, (2018), rapportent que la croissance des pousses est beaucoup plus importante dans le cas d'une taille hivernale modérée à sévère comparativement aux arbres non taillés. Ces mêmes auteurs ne rajoutent qu'une taille latérale sévère, plutôt que légère, conduit à une plus grande formation de pousses non productives. Alors que Stephan *et al.* (2007) affirment plus tôt que la taille d'hiver stimule la croissance de nouvelles pousses et augmente la probabilité de floraison des bourgeons lors de la prochaine saison de croissance.

Il semble que l'effet de l'intensité de la taille soit controversé et nécessite d'être approfondi ultérieurement. Nous pensons que dans ce cas précis, l'intensité de la taille n'est pas le seul facteur responsable dans la croissance de l'olivier, mais c'est beaucoup plus le résultat de diverses interactions de l'olivier avec son environnement y compris les bioagresseurs et culturales.

D'autre part, dans cette étude, le nombre de grappes et de fleurs des pousses d'un an n'a pas été significativement affecté par la fertilisation azotée et par les différentes intensités de taille, avec un taux de floraison plus élevé chez les arbres soumis à une taille sévère et une taille légère (47,43%). Quant à la nouaison, comme pour la floraison, elle n'était pas affectée par les deux facteurs précités. Toutefois, le taux de nouaison était assez élevé pour le traitement taille moyenne-dose 50% (13,28%) et pour celui de la taille légère-dose 75% (10,67 %). Ces résultats sont, à certains égards, en accord avec ceux rapportés dans la littérature. En effet, Rodrigues *et al.* (2018) ont montré que la taille n'influait pas le nombre de grappes de fleurs par pousse de 1 an et la nouaison des fruits dans la fleur qui a suivi la première taille.

De plus, Fernández-Escobar et *al.*, (2009), dans une région du sud de l'Espagne, dont le climat est assez similaire au notre, précisent que des applications d'azote à long terme n'ont eu aucun effet sur la croissance des arbres, la taille des fruits ou le rendement des olives. Ces mêmes auteurs ont conclu que l'effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance végétative et productifs était dépendant des pratiques de gestion, des conditions climatiques tout au long de la période expérimentale, des besoins des cultures et de la manière dont le sol peut fournir l'élément nutritif à partir de ses propres réserves.

Ces conclusions rejoignent celles de Lavee (1997), qui précise le développement reproductif de l'olivier est affecté par l'environnement et en particulier par les températures et la pluviométrie. Le même auteur, rajoute que ces deux paramètres climatiques agissent surtout sur l'induction et la différenciation florale des bourgeons, le nombre de fleurs, le développement floral, la viabilité des fleurs et la nouaison. Au ce sujet de la nouaison, Erel et *al.* (2008) ont observé une augmentation de l'intensité de la floraison, de la nouaison et du rendement en olives jusqu'à des taux d'azote modérés. Cependant, d'autres études ont montré que la taille n'augmente pas significativement la nouaison. En effet certains auteurs précisent qu'elle dépend en partie de la qualité des fleurs, car l'olivier renferme beaucoup de fleurs staminées (imparfaites) en raison de l'avortement du pistil (Cuevas et *al.*, 1999; Fernández et *al.*, 2013).

D'autre part, il est possible, dans la présente étude, que l'application de la dose complète d'azote (100%) ait entraîné une régulation à la baisse de la floraison et de la nouaison. Ce qui à été précédemment confirmé par Fernandez-Escobar et *al.* (2008), qui rapportent qu'un excès d'azote entraîne une réduction de la longévité des ovules, ce qui peut affecter la nouaison. Nous pouvons conclure, que compte tenu des divergences de résultats obtenus dans les différentes études susmentionnées, les réponses végétatives de l'olivier aux interactions de la taille et de la fertilisation azotés, nécessitent d'être élucidés, en considérons une approche multidisciplinaire. Cette approche doit inclure des paramètres phénologiques, physiologiques, écologiques et agronomiques.

A ce propos, Belsky (1986), précise que dans le cas d'une taille d'hiver, l'arbre réagit au stress en augmentant sa capacité de croissance, selon le concept d'équilibre fonctionnel, cette théorie holistique nécessite toutefois une meilleure compréhension des facteurs sous-jacents qui affectent la croissance, comme, les nutriments, l'eau, la croissance des racines et le climat.

4.2. Effet de l'intensité de la taille et la dose d'azote sur les paramètres productifs

Dans la présente étude, les différentes intensités de taille et les apports d'azote n'ont eu aucun effet significatif sur la biométrie de l'olive, à savoir la longueur, la largeur et l'épaisseur de la chair. Des résultats similaires ont été obtenus, pour l'olivier, par Marcelo et *al.*, (2010) et Ferreira et *al.*, (2020). Ces auteurs ont montré que la taille n'affecté par les caractéristiques des fruits. Par contre d'autres auteurs, rajoutent plus de précisions et affirment que le degré de la taille et la quantité de la fertilisation NPK favorisent significativement le poids et le volume des fruits, le rapport pulpe/noyau et les diamètres longitudinaux et transversaux des olives (Morales-Sillero et *al.*, 2008 ; Abbasi et *al.*, 2012 ; Malek et Mustapha, 2013). Bien que ces études aient utilisé un engrais composés (NPK), nos résultats sont assez en accord avec ceux rapportés par ces auteurs. En effet nous avons obtenu pour le traitement taille sévère-dose de 75% d'azote des fruits significativement plus gros et plus longs que les autres régimes de taille et de fertilisation.

Dans la présente thèse, l'interaction du facteur taille et azote n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement par arbre ; alors que pris séparément, la taille agriculteur, la taille sévère et la plus forte dose d'azote (100%) ont abouti à des rendements moyens significativement plus élevés. Plusieurs auteurs considèrent que la taille d'hiver et la fertilisation azotée comme des facteurs déterminants de la productivité des arbres (Sibbett, 2005 ; Tombesi et Tombesi, 2007 ; Gregoriou, 2009 ; Therios, 2009 ; Marcelo et *al.* 2010).

Les rendements par arbre sont aussi fonction du mode conduite, ils sont beaucoup plus élevés dans les systèmes de conduite intensive que traditionnelle, comme c'est le cas dans notre étude (Fernández-Escobar et *al.*, 2012 ; Fernández-Escobar et *al.*, 2009). Ils dépendent également de l'âge de l'arbre, en effet Bouhafa et *al.* (2014) ont obtenu des rendements en olives plus importants lorsque l'azote était appliqué sur des arbres productifs (> 35 ans) comparativement aux arbres jeunes (7 à 9 ans), probablement en raison de leurs faibles besoins en azote. D'autre part, certains auteurs recommandent de réduire l'intensité de la taille de, pour pouvoir favoriser la production d'olive. Effectivement, dans une expérience de taille menée dans une jeune oliveraie à forte densité de haies, Tombesi (2013) a montré que les arbres non taillés étaient plus productifs que ceux soumis à deux régimes de taille différents (élimination de la frondaison basale et élimination de la frondaison basale + haie). Cet auteur a conclu que des opérations des tailles minimales devraient être appliquées dans ces types de vergers. C'est le cas, par exemple, du type de la taille agriculteur dans notre étude.

De même, Tombesi et Tombesi (2007) ont obtenu des rendements plus élevés chez les arbres légèrement taillés par opposition à un ceux moyennement ou lourdement taillés. Ce qui est contradictoire avec nos résultats obtenu pour la taille sévère. Nous pensons dans ce cas, que la productivité de l'olivier aurait pu être également influencée par des facteurs liés au verger d'étude (âge, variété, entretien culturale antécédent) et aux conditions climatiques en particulier les températures.

4.3. Effet des paramètres taille et azote sur la qualité de l'huile d'olive

Comme pour le rendement, l'intensité de la taille et la dose d'azote n'ont eu aucun effet significatif sur la qualité de l'huile d'olive. En effet, l'absence d'effet de la fertilisation azotée sur plusieurs paramètres de qualité de l'huile d'olive a été observée par différents chercheurs (Inglese et *al.* 2002 ; Jordão et *al.* 2004 ; Marcelo et *al.* 2006 ; Marcelo et *al.* 2010). Cette qualité est plutôt affectée par les conditions de l'année (Centeno et *al.* (2020).

Les valeurs de la teneur en acidité des huiles d'olive sont situées entre 0,84 et 4,37 % pour les tous échantillons d'huile analysés. Nos résultats sont très élevés par rapport à ceux rapportés par Tanouti et *al.* (2010) qui indiquent que l'acidité libre reste inférieure à 0,8% pour les huiles d'olive produites dans l'est du Maroc. Par contre, les valeurs enregistrées dans notre étude sont inférieures à celles rapportées par Benabid et *al.* (2008) qui ont obtenu des valeurs comprises entre 0,77 et 9,26% pour les huiles d'olive des différentes régions oléicoles d'Algérie. D'autre part, Tanouti et *al.* (2010) concluent que pour produire une huile de faible acidité le respect des bonnes pratiques de trituration est nécessaire. Meftah et *al.* (2014) rajoutent qu'une acidité élevée est le résultat d'une oxydation approfondi, qui provoque la pourriture de l'huile et est due à l'altération des acides gras insaturés (acide oléique et linoléique). Cette oxydation aussi peut être liée à des conditions de stockage inadaptées et à une mauvaise maîtrise des techniques traditionnelles d'extraction utilisées (Bouhireb, 2005).

D'autres critères importants ont été étudiés ; il s'agit de l'indice de peroxyde ainsi que les coefficients d'extinction K 232 et K270 qui confirment l'oxydation et la stabilité des huiles. Notre étude a montré que l'indice de peroxyde (IP) variait entre 5 et 17,5 meqs d'O₂ actif/kg d'huile d'olive pour tous les échantillons, à l'exception de deux huiles (>20 meqs d'O₂ actif/kg).

Ces résultats semblent cohérents avec ceux obtenus par Tanouti et *al.* (2010) qui ont rapporté des teneurs allant de 7 à 15,4 meq O₂/kg d'huile pour les huiles d'olives produites au Maroc oriental.

Enfin, des coefficients K₂₃₂ (2,76 et 2,85) supérieurs ont été notés par rapport à ceux enregistrés par d'autres études (<2,6). Quant au coefficient K₂₇₀, les valeurs obtenus sont de 0,1 jusqu'à 0,31 pour tous les échantillons des huiles. Six (6) échantillons ont présenté des valeurs inférieures à la limite fixée par la norme du COI. Notons dans cette situation que l'extinction spécifique à 232 nm et à 270 nm d'une huile peut être considérée comme une image de son état d'oxydation ; plus son extinction à 232 nm est forte, plus il est peroxydé. De même, plus l'extinction à 270 nm est importante, plus elle est riche en produits d'oxydation secondaires, ce qui traduit une faible aptitude à la conservation (Gharby et *al.*, 2012 ; Tanouti et *al.*, 2010). Enfin, l'absorbance dans l'ultraviolet est un moyen d'évaluer l'état de conservation de l'huile. C'est aussi un indicateur de la douceur du mode d'extraction et de l'oxydation par surexposition de l'huile à l'air lors de la trituration. Tanouti et *al.* (2010) concluent que plus la température d'extraction est basse (< 28°), moins il y aura de contact avec l'air lors de l'extraction, et plus les valeurs de K₂₃₂, K₂₇₀ seront faibles.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le présent travail représente une contribution à l'étude des interactions entre le couvert végétal, les ravageurs et les ennemis naturels. Nous doutons encore que l'échelle de la parcelle ne soit pas suffisante pour lutter contre les ravageurs par la lutte biologique et les auxiliaires.

De par la multitude des situations observées et les nombreuses données engrangées, il n'a pas été possible de tout analyser. De même, le caractère d'observation et non d'expérimentation de cette étude a nécessité une constante adaptation, voire modification du protocole lors de notre suivi.

Néanmoins, ce suivi a permis de mettre en lumière plusieurs résultats :

L'inventaire de l'entomofaune de l'olivier nous a permis d'identifier 75 espèces avec un nombre total de 6918 individus. Cette diversité entomologique se répartit en 9 ordres et 41 familles.

L'analyse des fréquences relatives des différents ordres et espèces a montré que les Hyménoptères (39%), les Coléoptères (16%) et l'ordre des Homoptères (13%), représentent les ordres les plus abondants dans les oliveraies.

Les fréquences d'abondance des familles les plus abondantes, et qui sont représentées en nombre élevé durant les deux années, sont : les *Psyllidae* (35,88%) et les *Coccinellidae* (30,59%), les *Miridae* (6,73%), les *Tephritidae* (5,73%), les *Agromyzidae* (3,96%). Par contre, les *Cantharidae*, *Chrysomelidae*, *Eulophidae*, *Formicidae* et *Myrmaridae* sont considérés comme des familles accessoires avec une fréquence d'occurrence de 50%.

L'indice de diversité de Shannon (H') est de 3,14 bits, l'indice de diversité maximal est de 6,22 bits et l'équitabilité est de 0,5. Cela explique que cet écosystème est très diversifié en espèces et que les effectifs des espèces échantillonnées sont déséquilibrés.

Les insectes phytophages étaient les plus abondants avec un total de 29 espèces soit environ 52,71%. L'entomofaune utile est classée en deuxième position ; elle est représentée par un complexe prédateur-parasite très important. Elle est composée de 20 prédateurs et 23 parasites, soit environ 42% et 4,09 % de l'ensemble de l'entomofaune identifiée.

Les insectes ravageurs de l'olivier rencontrés et identifiés dans notre région d'étude sont : *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera : Tephritidae), *Euphyllura olivina* (Costa) (Hemiptera : Psyllidae), *Liothrips oleae* Costa (Thysanoptera : Phlaeothripidae), *Parlatoria oleae* (Colvée) (Hemiptera : Diaspididae), *Aleurolobus olivinus*, *Otiorhyncus cribricolis* et *Prays oleae*.

Le psylle de l'olivier, *E. olivina*, était très abondant avec un taux d'infestation du verger oléicole de 43,75 %, suivi par *Bactrocera oleae* (environ 33 %) ; tandis que *Parlatoria oleae* se classe en 3^{ème} position avec 17,44%.

D'après nos résultats, nous avons recensé deux (2) générations de psylle et quatre (4) générations de la mouche d'olivier. De plus, l'analyse de l'ACP révèle l'effet des températures sur les différents stades du psylle et de la mouche. Nous avons également noté l'existence de deux générations de *Parlatoria oleae*, une génération printanière et une automnale. Par contre, une seule génération printanière est repérée aussi bien pour le thrips de l'olivier que pour l'aleurodede l'olivier dans la région.

Parmi les prédateurs que nous considérons comme des ennemis naturels clés pour le contrôle écologique et économique, il y a lieu de signaler : *Scymnus marinus*, *S. subvillosus*, *Chrysoperla carnea*, *Nesidiocoris tenuis*, *Aeolothrips fasciatus*, *Ephedrus plagiator* et *Anthocoris nemoralis*... , Ainsi donc, des corrélations positives significatives ont été aperçues entre la présence des prédateurs : *Chrysoperla carnea*, *Anthocoris nemoralis*, *Scymnus marinus*, *Scymnus subvillosus* et *Nesidiocoris tenuis* avec les ravageurs de l'olivier.

L'activité des parasitoïdes Hyménoptères tels que *Ephedrus plagiator*, *Bracon sp.*, *Encyrtidae sp.*, *Psyllaephagus blastopsylla* et *Chelonus elaeaphilus* a été nécessaire, semble-t-il, pour réguler les populations de *B. oleae* et *E. Olivina* et *Prays oleae*.

Par ailleurs, des prédateurs et des parasitoïdes, aphidiphages, acarophages et coccidiphages, ont été recensés ; nous citons en l'occurrence :

- ✓ Deux (2) espèces coccidiphages : *Scymnus marinus* et *Exochomus nigrippennis* ;
- ✓ Quatre (4) espèces aphidiphages : *Ephedrus plagiator* (2,49%), *Diaeretiella rapae* (2,85%) *Aphidius colemani* et *aphidivorus Syrphophagus*.

Nous pouvons également déceler une première période d'activité de l'insecte au printemps jusqu'à fin juin, et un deuxième dynamisme durant l'automne (octobre et novembre). Par contre, l'activité de l'entomofaune diminue jusqu'à devenir nulle en août avec l'augmentation de la température. Ces résultats ont montré l'intérêt à préserver l'environnement des insecticides afin de favoriser et d'améliorer l'action de ces ennemis naturels et de contribuer à la pérennité des oliveraies.

Concernant l'effet de la taille sur l'entomofaune, les résultats montrent un effet significatif de l'intensité de la taille sur les arthropodes de la canopée de l'olivier tels que les phytophages, acariens et réduire les infestations de ravageurs. En revanche, un effet positif significatif sur certains taxons d'ennemis naturels a été enregistré.

D'autre part, l'effet de la taille sur les paramètres végétatifs et productifs de l'olivier montre des résultats très importants à savoir :

✓ La longueur des pousses de l'année a été considérablement augmentée par l'apport d'azote et la taille. En conséquence, l'analyse statistique ANOVA à deux facteurs a montré une différence significative ;

✓ Le nombre de grappes et de fleurs n'a pas été significativement affecté par la fertilisation et le degré de taille ; mais le taux de floraison était plus élevé en taille sévère et en taille légère (47.43%) par rapport aux autres tailles ;

✓ L'analyse multivariée a révélé que le degré de taille et l'application d'azote provoquaient des différences non significatives dans le taux de nouaison ;

✓ Concernant certaines caractéristiques du fruit, à savoir, la longueur, la largeur du fruit, l'épaisseur de la chair de l'olive et le poids moyen de 100 olives, aucun effet significatif de la fertilisation et de la taille ($p > 0,05$) n'a été constaté ;

✓ Les rendements moyens des arbres fruitiers étaient les plus élevés pour la taille l'agriculteur et la taille sévère et les plus hauts pour les doses 100% et 75% ;

✓ Un modèle de prédiction linéaire a été créé pour relier la production d'olives à la concentration d'azote et à l'intensité de la taille ;

✓ En ce qui concerne la qualité des huiles d'olive étudiées d'après l'application des différentes doses d'azote, Tous les échantillons d'huile analysés se sont avérés être des huiles extra vierges et vierges, présentant d'excellentes propriétés physico-chimiques par rapport aux limites fixées par le Conseil Oléicole International COI et les règlements de la CEE.

✓ L'analyse de la variance montre un effet non significatif de l'azote et l'intensité de taille sur les propriétés physico-chimiques des huiles d'olive telles que le ph, l'indice d'acidité (IA), l'indice de peroxyde (IP) et l'extinction spécifique K232, K270.

Ce travail aussi modeste qu'il soit pourra ouvrir de nouvelles perspectives d'étude à une échelle plus fine, s'intéressant notamment à une lutte biologique propre et efficace pour lutter contre les ravageurs de l'olivier. Les travaux ultérieurs tenteront, sans aucun doute, de répondre à ces préoccupations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Abbasi, Y., Bakhshi, D., Forghani, A., Sabouri, A., Porghaomy, M., 2012.** Effect of macro and micronutrients sprays on fruit quality and quantity of Zard and Rowghani olive (*Olea europaea* L.) cultivars in northern Iran. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 12, 1548–1552.
- Achouche, A., Abbassi, F., Benzahra, A., Djazouli Z., 2019.** Study of population dynamics of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (*Diptera, Tephritidae*); (rossi, 1790) in the Mezghenna area. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 309-314.
- Acila, S., 2018.** Introduction de l'olivier (*Olea europea* L.) à Oued Souf : Situation actuelle et perspectives de développement, cas de l'exploitation Daouia. Doctorat, Université Kasdi Merbah – Ouargla. 194p.
- Afidol, 2013.** Protection raisonnée et biologique des oliveries. Ed: Les guides de l'afidol. Association Française interprofessionnelle de l'Olive, Aix-en-Provence, 76p.
- Afidol, 2017.** Maison des agriculteurs- 22 avenue Henri Pontier, 13626AIX-EN PROVENCE., Cahier de l'oléiculteur, 44p.
- Aguilera, F., and Valenzuela, L. R., 2009.** Study of the floral phenology of *Olea europea* L. in Jaen province (SE Spain) and its relation with pollen emission. *Aerobiologia*, 25(4), 217.
- Ahmed, C., Rouina, B., Sensoy, S., and Boukhriss, M., 2009.** Saline Water Irrigation Effects on Fruit Development, Quality, and Phenolic Composition of Virgin Olive Oils, Cv. Chemlali. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57, 2803-2811. doi: 10.1021/jf8034379
- Alaoui, N., 2005.** Référentiel pour la Conduite Technique de l'olivier (*Olea europea*). Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. 71-78p.
- Albarracín, V., Hall, A., Searles, P., and Rousseaux, M., 2018.** Impact of simulated mechanical hedge pruning and wood age on new shoot demography and return flowering in olive trees. *Trees*, 32, 1-11. doi: 10.1007/s00468-018-1749-1
- Albarracín, V., Hall, A., Searles P., and Rousseaux, M., 2019.** Responses of shoot growth, return flowering, and fruit yield to post-pruning practices and growth regulator application in olive trees. *Scientia Horticulturae*, 254, 163-171. doi: 10.1016/j.scienta.2019.05.005
- Alexandrakis, V., 1986.** Possibilités d'emploi des entomophages dans la lutte contre les ravageurs de l'olivier. *Eppo Bulletin*, 16, 375-381. doi: 10.1111/j.1365-2338.1986.tb00291.x
- Allal, A., 2015.** Etude de comportement de quelques variétés d'olivier vis-à-vis de la mouche d'olive *Bactrocera oleae* GMELIN et ROSSI, (*Diptera : Tephritidae*) dans deux régions oléicoles Takhemaret et Mouhammadia. These Magister, Université Amar Telidji de Laghouat. 93p.
- Allan, S., and Gillett-Kaufman J., 2018.** Attraction of Thrips (*Thysanoptera*) to Colored Sticky Traps in a Florida Olive Grove. *Florida Entomologist*, 101, 61-68. doi: 10.1653/024.101.0112
- Alves, J. F., Mendes, S., Alves da Silva, A., Sousa, J. P., & Paredes, D., 2021.** Land-Use Effect on Olive Groves Pest *Prays oleae* and on Its Potential Biocontrol Agent *Chrysoperla carnea*. *Insects*, 12(1), 46.
- Amar, F. B., Elloumi, O., Yengui, A., Belguith, H., and Kharroubi, M., 2019.** Potentialités productives des variétés et ecotypes d'olivier (*Olea europaea* L.) Dans la collection de boughrara (Sfax, Tunisie). *Annales. (1969). Revue Ezzaitouna 15 (1 et 2)*, 16p.
- Arambourg, Y., 1964.** Caractéristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le Sahel de Sfax. *Ann. Int. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 37 : 1 – 140.

- Arambourg, Y., 1975.** Les insectes nuisibles à l'olivier. Sem. Oléic. Inst. Cordue (Espagne) b. 17 oct., 22, 4p.
- Arambourg, Y., 1984.** La faune entomologique de l'olivier. J O/ivae; 4: 14-21.
- Arambourg, Y., 1986.** Traité d'entomologie oléicole. Espagne : Conseil oléicole international ; 360 p.
- Arambourg, Y, Chermiti, B., 1986.** *Euphyllura olivina* Costa-Psyllidae. Traité d'entomologie oléicole. Espagne : Conseil oléicole international : 163-71.
- Assawah, M.W., Avat, M., 1985.** On certains diseases of olive trees at Oran area. Premières journées scientifiques de la société Algérienne de microbiologie. Avril, Institut Pasteur, Algérie, 1-9.
- Athar, M., 2005.** Infestation of Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae*, in California and Taxonomy of its Host Trees. Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS) (acs@agr.hr); Vol.70 No.4, 70.
- Aversenq, S., Gratraud, C., and Pinatel, C., 2005.** Ravageurs et auxiliaires des oliviers : Synthèse de trois ans d'observations dans le sud-est de la France : Dossier ravageurs. Phytoma-La Défense des végétaux, (586), 32-36.
- Balachowsky, A. S., 1939.** Sur les dégâts provoqués par la «Galéruque de l'Aulne» (*Agelastica alni* L.) dans les cultures fruitières du sud-ouest de la France, par modification accidentelle de son régime alimentaire. Bulletin de la Société entomologique de France, 44(11), 174-175.
- Bekkoussa, S., Bekkoussa, B., and Azzaz, H., 2016.** The water crisis in wilaya mascara (northwestern algeria): diagnosis and prospects. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (28), 121-133.
- Belhadi, A., Mederbil, K., Benabdeli, K., and Ghali, M., 2008.** Contribution à l'élaboration de la carte des potentialités apicoles des Monts de Béni Chougrane (Mascara-Algérie) avec l'outil géomatique. Méditerranéa. Serie de Estudios Biológicos, Époque II N° (19). p. 27.
- Belhamdounia, S., 1993.** Contribution à l'étude bioécologique des principaux ravageurs dans la plaine de Tadla. Ph. D. Thesis, Cadi Ayyad University, Faculty of Sciences Semlalia, Marrakech. 141 p.
- Belhoucine, S., 2003** - Etude de l'éventualité d'un contrôle biologique contre la mouche de l'olivier dans cinq stations de la wilaya de Tlemcen. Thèse de magister, Univ. Tlemcen, 94 p.
- Belsky, A. J., 1986.** Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. Amer Natur 127:870– 892.
- Benabid, H., Naamoune, H., Noçairi, H., et Rutledge, D., (2008).** Application of chemometric tools to compare Algerian olive oils produced in different locations. Journal of Food, Agriculture and Environment. 6 (2): 43-51.
- Benettayeb, Z., 1993.** Biologie et écologie des arbres fruitiers. Ed. OPU. Alger. 140p.
- Ben Khelil, M., et Sanaa, M., 2009.** La fertilisation raisonnée de l'olivier conduit en hyper-intensif. Institut National Agronomique de Tunisie, Olivebioteq. 169-176.
- Benouafa, S., 2014.** L'olivier, une culture millénaire à la conquête de grands espaces. Algérie. Disponible sur [http:// huffpostmaghreb.com](http://huffpostmaghreb.com).
- Benouzza, S., 2012.** Inventaire de la mycoflore de la rhizosphère de l'olivier et étude de ses potentialités antagonistes vis-à-vis de *Verticillium dahliae* Kleb : agent de la verticilliose de l'olivier. Mémoire de Magister en Biotechnologie. Université d'Oran.
- Bensouna, H., et Boursali, A., 2014.** Production des plantes d'olivier par bouturage et greffage dans la pépinière de saf-saf Tlemcen. D'ingénieur d'état, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen. 100p.
- Bento, A. A., 1999.** Contribuição para o estabelecimento de um programa de proteção integrada contra a traça da oliveira, *Prays oleae* (Bern.) em Trás-os-Montes. Revista das Ciências Agrárias, 21, 207-211.

- Benassy, C., 1986.** Entomologie oléicole. *Diaspididae*. Ed. Conseil oléicole international, Juan Bravo, Madrid, Espagne, 282p.
- Besnard, G., Khadari, B., Villemur, P., and Bervillé, A., 2000.** Cytoplasmic male sterility in the olive (*Olea europaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 100(7), 1018-1024.
- Bessaoud, O., Pellissier, J., Rolland, J., & Khechimi, W., 2019.** Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. CIHEAM-IAMM. Bouaziz D, 20p.
- Biche, M., 1987.** Bioécologie de *Parlatoria oleae* Colvée (Hom. Diaspididae) ravageur de l'olivier, *Olea europaea* L. dans la région du Cap-Djenet (Algérie) et étude biologique de son parasite externe *Aphytis maculicornis* Masi (Hym. Aphelinidae). Mém. Dip. Univ. Rech., Univ. Nice, 119.
- Biche, M., et Sellami, M., 2011.** Biology of *Parlatoria oleae* (Homoptera, Diaspididae) in the area of Cap-Djinet (Algeria). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2: 52-55.
- Blondel, J., 1979.** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- Bolmont, R., Buessler, Lucien., Jaubert, J., 1993.** L'Olivier. Dans : BT 1095, 02/1998, p.1-41.
- Boudi, M., Chehat, F., Cheriet, F., 2013.** Compétitivité de la filière huile d'olive en Algérie : cas de la wilaya de Bejaïa. *Cahiers du CREAD*, 01/07/2013, n. 105-106, p. 89-112.
- Bouhafa, K., Moughli, L., Bouchoufi, K., Douaik, A., Daoui, K., 2014.** Nitrogen fertilization of olive orchards under rainfed Mediterranean conditions. *American Journal of Experimental Agriculture* 4: 890-901.
- Bouhireb, A., 2005.** Oléiculture : rusticité, fraude et désordre du marché. *Economie du Lundi* 7 au Dimanche 13 Mars 2005. Rub. Norme et conformité de l'huile d'olive.
- Bouyoucef, D., And Laoudj, O., 2016.** Diversification et valorisation des produits oléicoles : une piste d'avenir pour un développement local, cas du secteur oléicole de la wilaya de Bouira. *Revue des Sciences Humaines, Université Mohamed Khider Biskra* No : 44, 13p.
- Bradai, L., Bouallala, M.H., Bouziane, N.F., Zaoui, S., Neffar, S. and Chenchouni, H., 2015.** An appraisal of eremophyte diversity and plant traits in a rocky desert of the Sahara. *Folia Geobotanica.*, 50: 239-52.
- Breton, C., Médail, F., Pinatel, C. and Bervillé, A., 2006.** De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de l'*Olea europaea* L. dans le bassin méditerranéen. *Cahiers Agriculteurs*, 15 (4): 329-336.
- Breton, C. M., Warnock, P., and Bervillé, A. J., 2012.** Origin and history of the olive Olive Germplasm-The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy. 223p.
- Brhadda, N., Loudyi, D., Abousalim, A., and Benali, D., 2000.** Note technique. Effet de la température et de l'endosperme sur la dormance et la germination des embryons d'olivier *Olea europaea* L. variété Picholine marocaine. *Agronomie*, 20, 643-653. doi: 10.1051/agro:2000156
- Burrack, H. J., Bingham, R., Price, P., Connell, J. H., Phillips, P. A., Wunderlich, L., Vossen, P. M., Connell, N. V., Ferguson, L., and Zalom, F. G., 2011.** Understanding the seasonal and reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *Calif. Agric.* 65: 14-20.
- Calabrese, P., and Sciarretta, A., 2019.** Evaluation of attractant devices for the monitoring of Olive Fruit Fly with particular reference to colour, size and selectivity toward natural enemies. *Vol.* 141, 138-146.
- Calvo, F., Bolckmans, K., Stansly, P., and Urbaneja, A., 2009.** Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. *BioControl*, 54, 237-246. doi: 10.1007/s10526-008-9164y
- Campos, M., 2001.** Lacewings in Andalusian olive orchards. *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press, Cambridge, 492-497. Whittington A.E., editors. *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press; Cambridge, pp. 492-497.
- Campos, M. 2007.** Lacewings in Andalusian olive orchards. In: McEwen P.K., New T.R.,

- Centeno, A., García, J. M., and Gómez-del-Campo, M., 2020.** Vegetative, productive and oil quality responses of 'Arbequina' and 'Picual' olive trees to foliar P and K application. *Grasas Y Aceites*, 71(2), 356-356.
- Chafaa, S., Biche, M., Sellami, M., and Si Bachir, A., 2013.** Cycle biologique de *Parlatoria oleae* (Hemiptera : Diaspididae) inféodée aux oliveraies dans une région aride. *The Canadian Entomologist*, 145, 398-405. doi: 10.4039/tce.2012.107
- Chafaa, S., Dambri, B., Chabri, H., 2017.** Premières données sur le cycle biologique et la dynamique des populations du psylle de l'olivier (*Euphyllura olivina* Costa (1839) Hemiptera : Psyllidae) dans la région de Ain Touta – Wilaya de Batna– Nord–Est de l'Algérie. In: 11e Conférence Internationale Sur Les Ravageurs Et Auxiliaires En Agriculture Montpellier, France, 25–26 Octobre 2017, 18: 186–195.
- Chermity, B., 1983.** Contribution à l'étude bioécologique du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Hom ; Psyllidae) et de son endoparasite *Psyllaephagus euphyllurae* Silv. (Hym. Encyrtidae). Thèse Doctorat. Ingénieur, Université d'Aix-Marseille, France ; 134 p.
- Chermity, B., 1986.** Etude morphologique et biométrique des différents stades du psylle de l'olivier. Réunion sur la protection phytosanitaire. Projet régional d'amélioration de la production oléicole. Sfax (Tunisie). Avril 1986 : 247-266.
- Chermity, B., 1989.** Dynamique des populations du psylle de l'olivier *E. olivina*, en conditions méditerranéennes. Thèse Doctorat Es-Sciences, Université d'Aix-Marseille, France, 224 p.
- Chermity, B., 1992.** Approche d'évaluation de la nocivité du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (Costa) (Homoptera, Aphalaridae). Lab. Zool. ESH Chott Mariem 4042 Sousse Tunis. 34–42.
- Chermity, B., Arambourg, Y., 1986.** *Psyllidae. Euphyllura olivina* COSTA.F.A.O.PNUD, p.163-171.
- Chermity, B., Onillon, J. C., 1986.** Influence de la température sur le potentiel biotique du psylle. Ed. Conseil. Oléic. Intern. (C.O.I.), Madrid, p 229-246.
- Chermity, B., Onillon, J., 1993.** Evaluation of damage caused by the autumn generation of Olive psyllid: *Euphyllura olivina* (Costa) (Hom.: Aphalaridae) at Hedadra (Monstir, Tunisia).- Mededelingen van de Faculty of Landbouwwetenschappen universiteit Gent, 58: 667-676.
- Chenchouni, H., 2007.** Diagnostic écologique d'un site propose Ramsar: Chott Djendli (Batna– Algérie). Engineer dissertation in ecology. University of Batna, Batna, Algeria. <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.30730.67523/1>
- Chenchouni, H., 2014.** Diet of the little owl (*Athene noctua*) during the pre-reproductive period in a semi-arid Mediterranean region. *Zool. Ecol.*, 24: 314-23.
- Chenchouni, H., 2017.** Variation in white stork (*Ciconia ciconia*) diet along a climatic gradient and across rural-to-urban landscapes in North Africa. *Int. J. Biometeorol.*, 61: 549-64.
- Cirillo, N., 2018.** Caratterizzazione molecolare di popolazioni naturali di *Liothrips oleae* costa in areali olivicoli calabresi. Magistrale in Scienze e tecnologie agrarie
- Civantos L., 1999.** Contrôle des parasites et des maladies de l'olivier. (eds.). Conseil Oléicole International, Madrid, (Espagne). 207p.
- COI, 2003.** Classification des huiles d'olive. Normes internationales applicables à l'huile d'olive et à l'huile de grignon d'olive. n° 42-2.
- COI, 2007.** Technique de production en oléiculture, Alger, 35p.
- Connor, D.J., Fereres, E., 2005.** The Physiology of Adaptation and Yield Expression in Olive. *Horticultural Review*, Vol. 31, 155-229.
- Corderiro, A.I., Sanchez-Sevilla, J.F., Alvarez-Tinaut, M.C., Gomez-Jimenez, M.C., 2008.** Genetic diversity assessment of *Olea europea* by RAPD markers. *Biologia Plantarum*, 52 (4):642-647p.

- Cuevas, J., Pinney, K., and Polito, V. S., 1999.** Flower differentiation, pistil development and pistil abortion in olive (*Olea europaea* L.'Manzanillo'). In *III International Symposium on Olive Growing 474* (pp. 293-296).
- Daane, K., Rice, R., Zalom, F., Barnett, W., and Johnson, M., 2004.** Arthropod pests of olive. Olive production manual, 105-114.
- Daane, K. M., Sime, K. R., Dahlsten, D. L., Andrews Jr, J. W., and Zuparko, R. L., 2005.** The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (*Hymenoptera: Encyrtidae*), a parasitoid of the red gum lerp psyllid (*Hemiptera: Psylloidea*). *Biological Control*, 32(2), 228-235.
- Dahache, Y., 2008.** L'étude de l'entomofaune de différentes variétés de l'olivier dans la région d'Ath mansour (Bouira). these de master, Universite Akli Mohand Oulhadj – Bouira. 87p.
- Dajoz, R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- Dajoz, R., 1996.** Précis d'écologie. 6ème édition, Ed. Dunod, Paris, 551p.
- Danbir, K., 2017.** Stratégie de lutte biologique contre les cochenilles farineuses sur *Choisya Ternata* (Oranger du Mexique). Mémoire, mention Biologie et Technologie du Végétal, Université Angers, France, 57 p.
- Debras, J. F., 2007.** Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs : Le cas du psylle *Cacopsylla pyri* L. dans les vergers du sud-est de la France. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 241p.
- Demirözer, O., Kaydan, M., Karaca, I., and Ben-Dov, Y., 2009.** First records of armoured scale insects (*Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae*) from the oil-rose, *Rosa damascena*, in Turkey. *Hellenic Plant Protection Journal*, 2(1), 33-35.
- Dinis, A. M., Pereira, J.A., Pimenta, M. C., Oliveira, J., Benhadi-Marín, J., Santos, A.P., 2015.** Suppression of *Bactrocera oleae* (*Diptera: Tephritidae*) pupae by soil arthropods in the olive grove. *J Appl Entomol* 140:677-687. DOI: 10.1111/jen.12291
- Doula, H., et Ferhat, R., 2014.** Entomofaune de l'olivier dans la région de Mila. Thèse de Master. Univ. Constantine. 82p.
- DSA, 2020.** Bilan annuel sur l'activité agricole et pastorale dans la plaine de Sig et d'El Habra. Document technique, Direction des Services Agricoles wilaya de Mascara, 34 p.
- DRC, 2015.** Monographie de la région Saida. Direction Régionale du Commerce. 44p.
- Duyck, P, F., 2010.** Des traits de vie des bioagresseurs à leurs interactions avec l'agroécosystème. Document de synthèse, CIRAD - PRAM. Université des antilles et de la guyane. p 57.
- El-Amir, S.M., 2002:** Environmentally safe approaches for controlling some scale insects infesting olive trees in new reclaimed areas. Thesis Fac. Agric., Al-AzhariThiv., Egypt, 92 pp.
- El-Husseini, M. M., El-Heneidy, A. H., and Awadallah, K. T., 2018.** Natural enemies associated with some economic pests in Egyptian agro-ecosystems. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 78. doi: 10.1186/s41938-018-0081-9
- El Messoussi, S., Chemseddine, M., Afif, M., Lahrouni, A., 2010.** Vers une modélisation de la dynamique de la population de la mouche *Bactrocera oleae* O. Himmi (Ed.). Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat, 2010, N° 47, 77-80.
- El-Serwiy, S. A., Razoki, I. A., and Ragab, A. S., 1985.** Population density of *Thrips tabaci* (Lind.) and the predators *Orius albidipennis* (Reut.) and *Aeolothrips fasciatus* (L.) on onion. *Journal of Agriculture and Water Resources Research*, 4(3), 57-67.

- Erel, R., Dag, A., Ben-gal, A., Box, P. O., Yermiyahu, U., Negev, M. P., 2008.** Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus, and potassium. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 133, 639–647
- Eti, C., Doğaç, E., Taskin, B., Gokdere, G., and Taskin, V., 2017.** Population structure and patterns of geographic differentiation of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in Eastern Mediterranean Basin. Mitochondrial DNA Part A, 29, 1-12. doi: 10.1080/24701394.2017.1404045
- Ezzat, Y. M., 1957.** Biological studies on the olive scale *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera – Homoptera: Coccoidea – Diaspididae). Bulletin de la Société Entomologique d’Egypte, 41: 351–363.
- Fabbri, A. G., Bartolini, G., Lambardi, M., and Kailis, S., 2004.** Olive propagation manual: Landlinks Press, National library of Australia. 129p.
- FAO, 2003.** stratégie et politique agricole, analyse de filière. L’olivier contraint et potentialités. 44P.
- Faostat, 2020.** Commodities production by country. FAO. Available online at: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country [Accessed on October, 11th, 2021].
- Fernández-Escobar, R., Ortiz-Urquiza, A., Prado, M., et Rapoport, H.F., 2008.** Nitrogen status influence on olive tree flower quality and ovule longevity. *Environ Exp Bot* 64:113-119.
- Fernández-Escobar, R., Marin, L., Sánchez-Zamora, M. A., García-Novelo, J. M., Molina-Soria, C., et Parra, M. A., 2009.** Long-term effects of N fertilization on cropping and growth of olive trees and on N accumulation in soil profile. *European Journal of Agronomy* 31: 223-232.
- Fernández-Escobar, R., García-Novelo, J. M., Molina-Soria, C., et Parra, M. A., 2012.** An approach to nitrogen balance in olive orchards. *Scientia Horticulturae* 135: 219-226.
- Fernández-Escobar, R., De la Rosa, R., Leon, L., Gomez, J., Testi, L., Orgaz, F., and Masallem, M., 2013.** Evolution and sustainability of the olive production systems. *Options Méditerranéennes*, 106, 11-42.
- Ferreira, I., Arrobas, M., Moutinho-Pereira, J. O. S. É., Correia, C. M., and Rodrigues, M. A., 2020.** The effect of nitrogen applications on the growth of young olive trees and nitrogen use efficiency. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(3), 278-289.
- Frah, N., Baala, H., and Loucif, A., 2015.** VERGER D’OLIVIER À SEFIANE (W. BATNA EST–ALGÉRIEN). *Lebanese Science Journal*, 16(2), 37.
- Fresco, L., 1996.** Agriculture in the lower Guadalhorce valley. Sustainable land use. Practical guide for the Alora Region, Spain. Agricultural University, Wageningen.
- Gargouri, K., Mhiri, A., 2002.** Relationship between soil fertility and phosphorus and potassium olive plant nutrition. *Série A. Séminaires Méditerranéens*; 50, pp. 199-204.
- Gharbi, N., 2021.** Effectiveness of inundative releases of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) in controlling the olive psyllid *Euphyllura olivina* (Hemiptera: Psyllidae). *European Journal of Entomology*, 118, 135-141.
- Gharbi, N., Dibo, A., and Ksantini, M., 2012.** Observation of arthropod populations during outbreak of olive psyllid *Euphyllura olivina* in Tunisian olive groves. *Tunis. J. Plant Prot*, 7, 35-42.
- Gharby, S., Harhar, H., El Monfalouti, H., Kartah, B., Maata, N., Guillaume, D., And**

- Charrouf, Z., 2012.** Chemical and oxidative properties of olive and argan oils sold on the Moroccan market. A comparative study. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 5, 31-38.
- Ghedira, K., 2008.** L'olivier. *Phytothérapie*, 6(2), 83-89.
- Gkisakis, V. D., Bàrberi, P., and Kabourakis, E. M., 2018.** Olive canopy arthropods under organic, integrated, and conventional management. The effect of farming practices, climate and landscape. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(8), 843-858.
- Gomes, H. B., and Cavaco, M., 2003.** Protecção integrada da oliveira-Lista dos produtos fitofarmacêuticos e níveis económicos de ataque. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas–Direcção Geral de Protecção das Culturas, Oeiras, Portugal, 55pp.
- Gregoriou, C., 2009.** Tree training and pruning methods. In: *Olive GAP Manual: Good Agricultural Practices for the Near East and North Africa Countries*. Association of Agricultural Research Institute in the Near East and North Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Guessab, A., Elouissi, M., Lazreg, F., and Elouissi, A., 2021.** Population dynamics, seasonal fluctuations and spatial distribution of the olive psyllid *Euphyllura olivina* Costa (*Homoptera, Psyllidae*) in Algeria. *Arxius de Miscellania Zoologica*, 19, 183–196.
- Gutierrez, A. P., Ponti, L., and Cossu, Q., 2009.** Effects of climate warming on olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Climatic Change*, 95(1-2), 195-217.
- Haber, G., and Mifsud, D., 2007.** Pests and diseases associated with olive trees in the Maltese Islands (Central Mediterranean). *The Central Mediterranean Naturalist*. Vol. 4(3), p.143-161.
- Haddad, N. M., Crutsinger, G. M., Gross, K., Haarstad, J., Knops, J. M., and Tilman, D., 2009.** Plant species loss decreases arthropod diversity and shifts trophic structure. *Ecol. Letters.*, 12: 1029-39.
- Hadj, S. T., Rebiha, K., Et Terki, D., 2018.** Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes. *Revue Agrobiologia* 8(1) : 706-718
- Hamiche, A., 2005.** Entomofaune dans deux oliveraies de Boudjima et de Maatkas (TiziOuzou); bio écologie de la mouche de l'olivier *Bactrocera oleae* Gmelin et Rossi 1788 (*Diptera–Tephritidae*). Thes. Mag. Inst. Nati. Agro., El Harrach. 199p.
- Haggag, L. F., Shahin, M., Genaidy, E., and Mustafa, N., 2013.** Growth curve of fruit development stages of three olive cultivars. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 3(1), 24-30.
- Hassan, A. SII., Mansour, M. M., and EI-Deeb, M.A., 2009.** Seasonal abundance of the plum scale insect, *Parlatoria oleae* (Colvee) (*Homoptera: Diaspididac*) on the olive trees in newly reclaimed areas. *Egypt. J. Agric. Res.*, 87(3): 691-715 pp.
- Haouane, H., 2012.** Origines, domestication et diversification variétale chez l'olivier (*Olea europaea* L.) à l'ouest de la Méditerranée. Thèse doctorat, univ Toulouse. 323p.

- Havlin J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., Beaton, J. D., 2014.** Soil Fertility and Fertilizers, an Introduction to Nutrient Management. 8th edition. Boston, MA, USA: Pearson.
- Hegazi, E., Konstantopoulou, M., Herz, A., Mazomenos, B., Khafagi, W., Agamy, E., and Abdel-Rahman, S., 2009.** Is mating disruption effective in controlling the olive moth, *Prays oleae*? *Crop Protection*, 28(2), 181-189.
- Hodde, M. S., Morse, J. G., Phillips, P., et Faber, B., 1998.** Progress on the management of avocado thrips. *California Avocado Society Yearbook*, 82, 87-100.
- Hodek, I., and Honěk, A., 2009.** Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (*Hemiptera*, *Sternorrhyncha*) as prey of ladybirds. *Biological Control*, 51(2), 232-243.
- Hmimina, M., 2009.** Les principaux ravageurs de l'olivier, la mouche, la teigne, le psylle et la cochenille noire. *Bull. Men. Inf. et Liaison du PNTTA*, 4 p.
- Inglese, P., Gullo, G., and Pace, L. S., 2000.** Fruit growth and olive oil quality in relation to foliar nutrition and time of application. In *IV International Symposium on Olive Growing 586* (pp. 507-509).
- I.N.R.A.T., 1969.** Annales de l'Institut national de la recherche agronomique de Tunisie. [Book]. *Agriculture and Human Values*, Volume 42(Issues 1-4).
- I.N.P.V., 2009.** Fiche technique sur *Bactocera oleae* ., *Nat. Agro. El- Harrach – Alg.* 2p.
- I.T.A.F., 2009.** Les principales maladies de l'olivier et moyens de lutte. Institut Technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne, Algérie
- I.T.A.F., 2013.** La culture de l'olivier. Institut technique de l'arboriculture fruitière et la vigne. Tessa el merdja. Birtouta. Alger. 120 p.
- Jardak, T., Triki, M., and Mohieddine, K., 2007.** Protection Phytosanitaire in *Techniques de production en oleiculture*. In *C. O. INTERNATIONAL (Ed.)*, pp. 215-310.
- Jordão, P. V., Marcelo, M. E., Sempiterno, C. M., Henriques, J. G., Fernandes, A., Mateus, J., and Pinheiro-Alves, M. C., 2004.** Influência da aplicação de azoto e boro na produção da oliveira cultivar Galega e na qualidade do azeite. *Revista de Ciências Agrárias*, 27, 444-453.
- Kapranas, A., and Tena, A., 2015.** Encyrtid parasitoids of soft scale insects: Biology, behavior, and their use in biological control. *Annual Review of Entomology*, 60, 195-211.
- Kacem, M., 2014.** Les oliviers en Algérie. *Biotechnologie Verte*. 52p.
- Kondo, T, Gullan, P. J., Douglas, J.W., 2008.** *Coccidologie*. L'étude des cochenilles (*Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea*). *Revista Corpoica- Ciencia y Tecnología Agropecuaria*; 9 (2): 55-61.
- Kour, D., Bakshi, P., Wali, V., Sharma, N., Sharma, A., and Iqbal, M., 2018.** Alternate Bearing in Olive - A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 2281-2297. doi: 10.20546/ijcmas.2018.709.283
- Kreiter, P., Delvare, G., Giuge, L., 2005.** Inventaire préliminaire des ennemis naturels de *Pseudococcus viburni* (*Hemiptera*, *Pseudococcidae*). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 110 : 2 : 161-164.

- Ksantini, M., 2003.** Contribution al 'étude de la dynamique des populations du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (Costa) (*Homoptera–Sternorhyncha-Aphalaridae*) et de sa nuisibilité dans la région de Sfax. Thèse de Doctorat en Sciences biologiques, Fac. Sc. Sfax : 267p.
- Kumar, V., Dhar, J. and Bhatti, H. S., 2018.** Stage-structured plant-pest-natural enemy interaction dynamics incorporating gestation delay for both pest and natural enemy. *Model. Earth Syst. Environ.* 5, 59–69.
- Kumral N.A., Kovanci B., and Akbudak, B., 2007.** Utilisation des accumulations de degrés-jours et de la phénologie de l'hôte pour prédire les modèles d'émergence larvaire du psylle de l'olivier, *Euphyllura phillyreae*. *Journal of Pest Science*, 81(2), 63–69.
- Jardak, T., Moalla, M., Khalfallah, H., Smiri, H., 1985.** Essais d'évaluation des dégâts causés par le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (*Homoptera : Psyllidae*). Données préliminaires sur le seuil de nuisibilité .Proc. CEC/FAO/IOBC.Int.Joint Meeting, Pisa (Italy) :270 -284p.
- Jardak, T., Moalla, M., and Ksantini, M., 2000.** Mortality factors affecting populations dynamics of the scolytid *Hylesinus oleiperda* Fabr. (Coleoptera, Scolytidae). In IV International Symposium on Olive Growing 586, pp. 823-826.
- Laget, E., Guadagnini, M., Plénet, D., Simon, S., Assié, G., Billote, B., Borioli P., Bourgouin B., Fratantuono M., Guérin A., Hucbourg B.,...and Zavagli, F., 2015.** Guide pour la conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques. GIS Fruits et Ministère de l'agriculture, Paris, 264 p.
- Lahouazi, A., Madani, H., 2017.** Contribution à l'étude de l'entomofaune de l'olivier dans la région de haizer (Bouira). Mémoires Master, Université de Bouira. 70p.
- Lamani, O., 2014.** Institutions et acteurs locaux dans la valorisation des produits de terroir. Quelle démarche locale de valorisation de l'huile d'olive de Beni-Maouche en Kabylie. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion : Montpellier Supagro (France), ENSA El Harrach Alger (Algérie). 331 p.
- Larentzaki, E., Plate, J., Nault, B., and Shelton, A., 2008.** Impact of straw mulch on populations of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in onion. *Journal of economic entomology*, 101(4), 1317-1324.
- Laoudi, T., 2014.** Bioécologie du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (*Hemiptera : Aphalaridae*) Costa 1839 et l'entomofaune de l'olivier dans quatre oliveraies de la région de Tizi-Ouzou. Magister Sciences Biologiques. 89p.
- Lavee, S., Nashef, M., Wodner, M., and Harshemesh, H., 1990.** The effect of complementary irrigation added to old olive trees (*Olea europaea* L.) cv. Souri on fruit characteristics, yield and oil production. *Advances in horticultural science*, 135-138.
- Lodolini, E. M., Polverigiani, S., Cioccolanti, T., Santinelli, A., and Neri, D., 2019.** Preliminary Results about the Influence of Pruning Time and Intensity on Vegetative Growth and Fruit Yield of a Semi- Intensive Olive Orchard. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21, 969-980.
- Loumou, A., and Giourga, C., 2003.** Olive groves: `The life and identity of the Mediterranean". *Agriculture and Human Values*, 20(1), 87-95.

- López-Villalta, M. C., 1999.** Olive pest and disease management. Madrid: International Olive Oil Council. pp. 151-168
- Loussert, R., Brousse, G., 1978.** L'olivier. Techniques agricoles et productions méditerranéennes.(Eds.) Maisonneuve et Larousse, Paris, France, 480p.
- MADR, 2016.** Mission de prospection pédologique à travers les vergers nouvellement créés et les terres potentielles à la mise en place de l'oléiculture. Rapport d'analyse. Bouira .12p.
- Majdoub, R., Salem, B. A., M'sadak, Y., Khlifi, S., Boujnah, D., and Gouiaa, M., 2015.** Etude du comportement végétatif d'une oliveraie en Meskat. Nature & Technology(12), 2.
- Maillard, R., 1975.** L'olivier .Maison des agriculteurs .Ed .Invuflec . Paris, 147 P.
- Malek, B., Mustapha, S., 2013.** Response of Arbequina olive tree to reasonable fertilization. Afr. J. Agric. Res. 8, 3911–3920.
- Mansour, A., Kahime, K., Chemseddine, M., and Boumezzough, A., 2015.** Study of the Population Dynamics of the Olive Fly, *Bactrocera oleae* Rossi. (*Diptera, Tephritidae*) in the Region of Essaouira. Open Journal of Ecology, 5: 174-186.
- Marcelo, M. E., Cordeiro, A. M., Simões, M. P., Pinheiro-Alves, M. C., Santos, L. M., and Jordão, P. V., 2006.** Efeito da fertilização azotada na qualidade do azeite da cv." Blanqueta", num solo derivado de calcário da região de Elvas.[Effect of nitrogen fertilization on olive oil quality of cv." Blanqueta", in a calcareous soil]. Melhoramento (Portugal).(2006), 41, 94-98.
- Marcelo, M. E., Jordão, P. V., Matias, H., and Rogado, B., 2010.** Influence de la fertilisation azotée et magnésienne de l'olivier Picual sur le rendement et la qualité de l'huile d'olive. *Acta horticulturae* , 868 , 445-450.
- Marrão, R., Frago, E., Pereira, J., and Tena, A., 2020.** An autoparasitoid wasp, inferior at resource exploitation, outcompetes primary parasitoids by using competitor females to produce males: Autoparasitoid outcompetes primary parasitoids. Ecological Entomology, 45(3), 727-740.
- Masmoudi Charfi, C., Masmoudi, M. M., and Ben Mechlia, N., 2004.** Irrigation de l'Olivier: Cas des jeunes plantations intensives. Revue Ezzaitouna, 10, 37-51.
- Masmoudi-Charfi, C., Msallem, M., and Ben Abdallah, S. 2015.** Variabilité des Paramètres Morphologiques chez l'Olivier et Relations Correlatives= Variability of Morphological Parameters among the Olive Tree and Relations Correlatives. Revue des Bioressources, 257(5783), 1-24.
- Masmoudi Charfi, C., Larbi, A., and Monia, S., 2016.** Mise en place et conduite de l'oliveraie: Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieurs Agricoles Institut de l'Olivier. 115p.
- Mazomenos, B. E., Pantazi-Mazomenou, A., and Stefanou, D., 2002.** Attract and kill of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of an integrated control system. IOBC wprs Bulletin, 25(9), 137-146.
- Meftah, H., Boughdad, A., Bouchelta, A., 2014.** Infestation et cycle biologique d'*Euphyllura olivina* Costa (*Homoptera, Psyllidae*) au centre du Maroc. Science Lib Éditions Mersenne, 6:1-25.

- Mendil M., Et Sebai A., 2006.** Catalogue des variétés algériennes de l'olivier. L'olivier en Algérie. Aperçu sur le patrimoine génétique autochtone. ITAFV., 104 p.
- Messoussi, S., Chemseddine, M., Afif, M., and Lahrouni, A., 2010.** Vers une modélisation de la dynamique de la population de la mouche *Bactrocera oleae*. Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, O. Himmi (Ed), 47, 77-80.
- Michelakis, N., 1990.** Yield response of table and oil olive varieties to different water use levels under drip irrigation. *Acta Horticulturae*, 286, 271-274. doi: 10.17660/ActaHortic.1990.286.55
- Mills, N. J., 1991.** Thrips biocontrol: opportunities for use of natural enemies against the pear thrips. Parker, Bruce. L.; Skinner, Margaret; Lewis, Trevor, eds. Towards Understanding Thysanoptera. Gen. Tech. Rep. NE-147. Radnor, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 373-391., 147.
- Morales-Sillero, A., Jimenez, R., Fernandez, J. E., Troncoso, A., and Rejano, L., 2008.** Effect of fertigation on the 'Manzanilla de sevilla' table olive quality before and after "Spanish-style" green processing. *HortScience*, 43(1), 153-158.
- Morris, T., Campos, M., Kidd, N., and Symondson, W., 1999.** What is consuming *Prays oleae* (Bernard)(Lep.: Yponomeutidae) and when: a serological solution? *Crop Protection*, 18(1), 17-22.
- Morris, T. I., Symondson, W. O. C., Kidd, N. A., and Campos, M., 2002.** The effect of different ant species on the olive moth, *Prays oleae* (Bern.), in Spanish olive orchard. *Journal of Applied Entomology*, 126(5), 224-230.
- Morsi, G. A., Moussa, S. F. M., and Serag, A. M., 2010.** Population Dynamics of the Olive Whitefly, *Aleurolobus olivinus* (Silvestri) (Homoptera: Aleyrodidae) and its Parasitoids in Middle Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 20, 143-148.
- Mound, L. A., and Kibby, G., 1998.** *Thysanoptera* : an identification guide, Entomologie du CSIRO, Canberra, Australie. 70p.
- Moutassem, D., 2005.** Etude éco biologique de l'entomofaune de l'olivier dans la région de Mascara. Mémoire ingénieur d'Etat, INES Agri, CUM mascara, 180p.
- Mraicha, F., and Ksantini, M., 2011.** Effet de la variété d'olivier et des caractéristiques physico-chimiques de la drupe sur le taux d'infestation par la mouche de l'olive, *Bactrocera oleae* (Diptera, Tephritidae). *Revue Ezzaitouna*, 12(1), 12.
- Mutin, G., 1977.** Développement et maîtrise de l'espace en Mitidja. *Géocarrefour*, 52(1), 5-34.
- Nave, A., Goncalves, F., Teixeira, R., Costa, C. A., Campos, M., and Torres, L. M., 2017.** Hymenoptera parasitoid complex of *Prays oleae* (Bernard) (Lepidoptera: Praydidae) in Portugal. *Turkish Journal of Zoology*, 41(3), 502-512.
- ONFAA, 2016.** Bilan de la campagne oléicole 2015/2016 « Segment huile d'olive ». Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires. INRAA, MADR, 13p.

- Ordano, M., Engelhard, I., Rempoulakis, P., Nemny-Lavy, E., Blum, M., Yasin, S., Lensky, I., Papadopoulos, N., and Nestel, D., 2015.** Olive Fruit Fly (*Bactrocera oleae*) Population Dynamics in the Eastern Mediterranean: Influence of Exogenous Uncertainty on a Monophagous Frugivorous Insect. PLoS ONE 10(5): 1-18.
- Orlandi, F., Vazquez, L. M., Ruga, L., Bonofiglio, T., Fornaciari, M., Garcia-Mozo, H., and Galan, C., 2005.** Bioclimatic requirements for olive flowering in two Mediterranean regions located at the same latitude (Andalucia, Spain, and Sicily, Italy). Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 12(1), 47.
- Orlandi, F., Garcia-Mozo, H., Ben Dhiab, A., Galán, C., Msallem, M., and Fornaciari, M., 2013.** Olive tree phenology and climate variations in the Mediterranean area over the last two decades. Theoretical and Applied Climatology, 115. doi: 10.1007/s00704-013-0892-2
- Orsini, M. A., Daane, K. M., Sime, K. R., and Nelson, E. H., 2007.** Mortality of olive fruit fly pupae in California. Biocontrol Sci. Tech. 17 : 797-807.
- Ouazzani, N., Lumaret, R., et Villemur, P., 1995.** Apport du polymorphisme alloenzymatique à l'identification varietale del'Olivier (*Olea europaea* L.). Agronomie 15 : 31-37.
- Ouguas, Y., Hilal, A., Elhadrami, I., 2010.** Effet biocide des extraits phénoliques oléicoles sur les adultes du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* costa (*Homoptera* : *Psyllidae*) sur deux variétés d'oliviers menara et arbequine au maroc. Revue ezzaitouna 11 (1).
- Ouguas, Y., 1994.** Effet de la variété d'olivier sur la fécondité du Psylle: *Euphyllura olivina* Costa (Hom., *Psyllidae*). Rapport de titularisation, INRA, Marrakech. 19p.
- Pagnol, J., 1996.** L'olivier, Ed Aubanel. 180p.
- Paredes, D., Cayuela, L. and Campos, M., 2013.** Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. Agriculture, Ecosystems and Environment 173: 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.016>
- Paredes, D., Karp, D. S., Chaplin-Kramer, R., Benítez, E., and Campos, M., 2019.** Natural habitat increases natural pest control in olive groves: economic implications. Journal of pest science, 92(3), 1111-1121.
- Passos de Carvalho, J., Torres, L. M., Pereira, J. A. and Bento, A. A., 2003.** A cochonil hanegra *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Homoptera, Coccidae). Instituto Nacional de Investigação Agrária, Universidade de Trás-os- Montes e Alto Douro, Escola Superior Agraria de Bragança, 122 p.
- Picchi, M.S., Marchi, S., Albertini, A., Petacchi, R., 2017.** Organic management of olive orchards increases the predation rate of overwintering pupae of *Bactrocera oleae*(Diptera: Tephritidae).Bio Control 108:9- 15
- Porcel, M., Cotes, B., Castro, J., and Campos, M., 2017.** The effect of resident vegetation cover on abundance and diversity of green lacewings (*Neuroptera: Chrysopidae*) on olive trees. Journal of pest science, 90(1), 195-206.

- Porcel, M., Ruano, F., Cotes, B., Peña, A., and Campos, M., 2013.** Agricultural management systems affect the green lacewing community (*Neuroptera: Chrysopidae*) in olive orchards in Southern Spain. *Environmental entomology*, 42(1), 97-106.
- Pralavorio, R., Jardak, T., Arambourg, Y., and Renou, M., 1981.** Utilisation du tétradécène Z7AL1 pour la mise au point d'une méthode de piégeage sexuel chez *Prays oleae* Bern.(Lep. Hyponomeutidae). *Agronomie*, 1(2), 115-121.
- Price, P. W., Denno, R. F., Eubanks, M. D., Finke, D. L., and Kaplan, I., 2011.** *Insect ecology: behavior, populations and communities*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 790p.
- Quadrado, M. F., 2020.** The diversity of parasitoids in the Alentejo olive grove ecosystem and its potential contribution to the limitation of olive tree pests. (Doctoral dissertation, Universidade de Evora (Portugal)). 85p.
- Queiroz, D., De Sa, L., Costa, V., Almado, R. D. P., Mendes, J., and Burckhardt, D., 2019.** The parasitoid *Psyllaephagus blastopsyllae* (*Hymenoptera: Encyrtidae*), as potential control of the Eucalypt psyllid *Blastopsylla occidentalis* (*Hemiptera: Psylloidea*), in Brazil. Paper presented at the Embrapa Florestas-Resumo em anais de congresso (ALICE). *Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo*, v. 39, p. 449.
- Quéney, A., 1937.** Notice sur la végétation et la flore des environs de Mascara (suite et fin). *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, 6(8), 115-117.
- Rallo, L., and Cuevas, J., 2008.** Fructificación y producción. *El cultivo del olivo*, 6, 626-662.
- Ramade, F., 1984.** *Elément d'écologie, Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- Ramade, F., 2003.** *Eléments d'écologie, écologie fondamentale : 3ème édition*, Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- Righi, K., Belaredj, B., et Mederbal, K., 2003.** Contribution à l'étude de la dynamique de la végétation des parcours (libres et mis en défens) dans les monts de béni-chougrane (w. mascara). 1ère séminaire national du développement agricole et rural. Univ massacra, du 21 au 23 décembre.
- Righi, K., Assia, F., 2004.** contribution à l'étude de la faune invertébrée de la vigne dans la région de Masacra. Mem magister. Unv mascar. 166p.
- Righi, K., Righi Assia, F., et Taya M. A., 2013.** Evolution et dynamique de la faune entomologique de l'olivier dans la wilaya de Mascara Cas de la station Universitaire de Mascara. 1ère Journée d'Etude sur : « La Protection des Végétaux » 10 Octobre 2013. Laboratoire des Sciences Techniques et de l'eau (LSTE). Univ. Mascara.
- Rodrigues, M., Lopes, J., Ferreira, I., and Arrobas, M., 2018.** Olive tree response to the severity of pruning. *Turkish Journal Of Agriculture And Forestry*, 42. doi: 10.3906/tar-1708-56
- Royo, J., and Pérez-Badia, R., 2014.** Effects of topography and crown-exposure on olive tree phenology. *Trees*, 28. doi: 10.1007/s00468-013-0962-1

- Ruano, F., Lozano, C., Tinaut, A., Peña, A., Pascual, F., García, P., Campos, M., 2001.** Impact of pesticides on beneficial arthropod fauna of olive groves. Paper presented at the IOBC/wprs bulletin pesticides and beneficial organisms 24(4), 113-120.
- Rubio De Casas, R., Besnard, G., Schoenswetter, P., Blaguer, L., Vargas, P., 2006.** Extensive gene flow blurs phylogeographic but not phylogenetic signal in *Olea europea* L. *Theoretical and Applied Genetics* 113: 575-583p.
- Rugini, E., Baldoni, L., Muleo, R., and Sebastiani, L., 2016.** The olive tree genome. Berlin, Germany, Vol. 978, pp. 3-319.
- Saharaoui, L., and Gourreau, J.M., 1998.** Les coccinelles d'Algérie: inventaire préliminaire et régime alimentaire (*Coleoptera, Coccinellidae*). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 103(3), 213-224.
- Saharaoui, L., Biche, M., and Hemptinne, J. L., 2010.** Dynamique des communautés des coccinelles (*Coleoptera, Coccinellidae*) et interaction avec leurs proies sur palmier dattier à Biskra (Sud-Est algérien). *Bulletin de la Société zoologique de France*, 135(3), 265.
- Saharaoui, L., Hemptinne, J. L., and Magro, A., 2014.** Biogéographie des coccinelles (*Coleoptera: Coccinellidae*) d'Algérie. *Entomologie faunistique*. 67, 147-164.
- Saharaoui, L., 2017.** Les coccinelles algériennes (analyse faunistique et structure des communautés). Thèse de doctorat, Ecologie, Biodiversité et Evolution, Université Paul Sabatier, Toulouse, 198 p.
- Sahli, Z., 2009.** Produits de terroir et développement local en Algérie – cas des zones rurales de montagnes et de pié- monts *Options Méditerranéennes*, N. 89. pp. 306-338.
- Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Mellado, A., Velasco, J., and Millán, A., 2006.** Are water beetles good indicators of biodiversity in Mediterranean aquatic ecosystems? The case of the Segura river basin (SE Spain). *Biodiversity and Conservation*, 15: 4507–4520.
- Santos, S. A. P., Pereira, J.A., Torres, L. M., Nogueira, A. J. A., 2007.** Evaluation of the effects, on canopy arthropods, of two agricultural management systems to control pests in olive groves from north-east of Portugal. *Chemosphere* 67:131–139.
- Santos, S. A., Pereira, J. A., Torres, L., and Nogueira, A. J., 2010.** Seasonal synchrony between *Saissetia oleae* and coccinellid species in Portuguese olive groves in different management systems. *Bulletin of Insectology*(63 (1)), 51-57.
- Santos, S., Roldán, R., Álvarez, B., Canale, M., Couanon, W., Gkissakis, V., and Martínez Ferrer, M. T., 2020.** Report of EIP-AGRI's Focus Group: Pests and diseases of the olive tree. agriculture et innovation, Belgium. Pp. 33.
- Sekour, B., 2012.** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge (HOV) par ajout des plantes végétales (thym, ail, romarin) (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara). 118p.
- Sigsgaard, L., Esbjerg, P., and Philipsen, H., 2006.** Experimental releases of *Anthocoris nemoralis* F. and *Anthocoris nemorum* (L.) (Heteroptera: Anthocoridae) against the pear psyllid *Cacopsylla pyri* L. (Homoptera: Psyllidae) in pear. *Biological Control*, 39(1), 87-95.
- Si Tayeb, A., et Sehnoun, A., 2006.** Etude éco biologique de l'entomofaune de la vigne dans la région de Mascara. Mem. Ing. Sces Agro. Univ mascara. 154p.

- Stephan, J., Lauri, P. E., Dones, N., Haddad, N., Talhouk, S., Sinoquet, H., 2007.** Architecture of the pruned tree: impact of contrasted pruning procedures over 2 years on shoot demography and spatial distribution of leaf area in apple (*Malus domestica*). *Ann Bot* 99:1055–1065
- Strikis, D., Hellal, F., Hurtado, A., Ruschel, J., Flynn, K.C., Laskowski, C.J., ... and Bradke, F., 2011.** Study of developpement and classification of differents plants. 34: 19-30p.
- Tahraoui, A., 2015.** Inventaire sur la faune entomologique associée à l'olivier dans la région de Tlemcéne. Thèse de Master. Univ. Tlemcene. 55p.
- Tanouti, K., Elamrani, A., Serghini, Caid, H., Khalid, A., Bahetta, Y., Benali, A., Harkous, M., et Khlar, M., 2010.** Caractérisation d'huiles d'olive produites dans des coopératives pilotes (Lakrarmaet Kenine) au niveau du Maroc oriental. *Les technologies de Laboratoire*, 5 :18-26.
- Terral, J. F., Alonso, N., Capdevila, R. B. i., Chatti, N., Fabre, L., Fiorentino, G., Rovira, N., 2004.** Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography*, 31(1), 63-77.
- Therios, I., 2009.** Crop production science. In. horticulture 18. Olives. (Eds.). CABI Press. UK. 409 p, pp: 9-10.
- Tombesi, A., 2013.** Advances in harvesting and pruning of olive trees. *La Rivista di Scienza dell'Alimentazione (J Food Sci Nutr)* 1: 97-103.
- Torres, L., 2007.** *Manual de Protecção Integrada do Olival*. Joao Azevedo Editor, Viseu, 381 p.
- Touahri, H. F. Z., 2016.** Aperçu sur quelques ravageurs inféodés à l'olivier dans quelques stations de la région de Tlemcen. Thèse de Master. Univ. Tlemcene. 59p.
- Trdan, S., Andjus, L., Raspudić, E. and Kać, M., 2005.** Distribution of *Aeolothrips intermedius* Bagnall (Thysanoptera: Aeolothripidae) and its potential prey Thysanoptera species on different cultivated host plants. *Journal of Pest Science*, 78: 217-226. DOI: 10.1007/s10340-005-0096-3.
- Triki MA, Fatma F., Hamdi W., 2003.** Maladie de l'œil de paon de l'olivier en Tunisie, bioécologie et mesures de lutte. <http://www.birsa.agrinet.tn/>.
- Tutiempo, 2021.** Données climatiques Algérie, <https://fr.tutiempo.net/climat/algerie/2021.html>
- Tzanakakis, M. E., 2003.** Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive: a review. *Netherlands Journal of Zoology*, 52(2/4), 87-224.
- Villa, M., Santos, S., Sousa, J. P., Ferreira, A., Silva, P., Patanita, M. I., and Pereira, J., 2020.** Landscape composition and configuration affect the abundance of the olive moth (*Prays oleae*, Bernard) in olive groves. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 294, 106854. 8p.

- Vono, G., and Marullo, R., 2020.** *Liothrips oleae*: parassita emergente delle colture olivicole meridionali. Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 7p.
- Wallali, L.D., Skiredja, A. et Elalir, H., 2003.** Fiches techniques l'amandier, l'olivier, le figuier et le grenadier. Transfert et technologie agriculture. No 105. pp 1-4.
- Wang, X. G., Johnson, M. W., Daane, K. M., and Nadel, H., 2009.** High summer temperatures affect the survival and reproduction of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Environmental entomology*, 38(5), 1496-1504.
- Wang, X., Walton, V. M., Hoelmer, K. A., Pickett, C. H., Blanchet, A., Straser, R. K., . . . Daane, K. M., 2021.** Exploration for olive fruit fly parasitoids across Africa reveals regional distributions and dominance of closely associated parasitoids. *Scientific Reports*, 11(1), 6182.
- Warlop, F., 2006.** Limitation des populations de ravageurs de l'olivier par le recours à la lutte biologique par conservation. *Cahiers Agricultures*, 15(5), 449-455.
- Wirth F., Joseph E., 1994.** La défense des cultures en Afrique du Nord, en considérant le cas de la Tunisie. Ed. GTZ. Allemagne, 372p.
- Yahiaoui, K., Bouchenak, O., Fertas, M., and Arab, K., 2017.** Inventaire et répartition spatiale des ravageurs de l'olivier au lac de Réghaïa. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 3(3).
- Yokoyama, V. Y., and Miller, G. T., 2007.** biologie et lutte cultural de la mouche de l'olivier pratique en californie. *IOB/WPRS Bulletin* 30, 277-285.
- Yokoyama, V. Y., 2015.** Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California table olives, USA: invasion, distribution, and management implications. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1). 14p.
- Zaza, C., Bimonte, S., Faccilongo, N., La Sala, P., Contò, F., and Gallo, C., 2018.** A new decision-support system for the historical analysis of integrated pest management activities on olive crops based on climatic data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 148, 237-249.
- Zaier, M., 1988.** Appréciation de la fertilité phospho-potassique du sol: problèmes et normes d'interprétation, Tunis, Direction des sols, pp. 86.
- Zouiten, N., Lachqer, K., Ougass, Y., Hilal, A., and El Hadrami, I., 1998.** Les composés phénoliques sont-ils impliqués dans l'interaction olivierpsylle. *Polyphenols communications*, 2, 485-486.

LES ANNEXES

Les Annexes

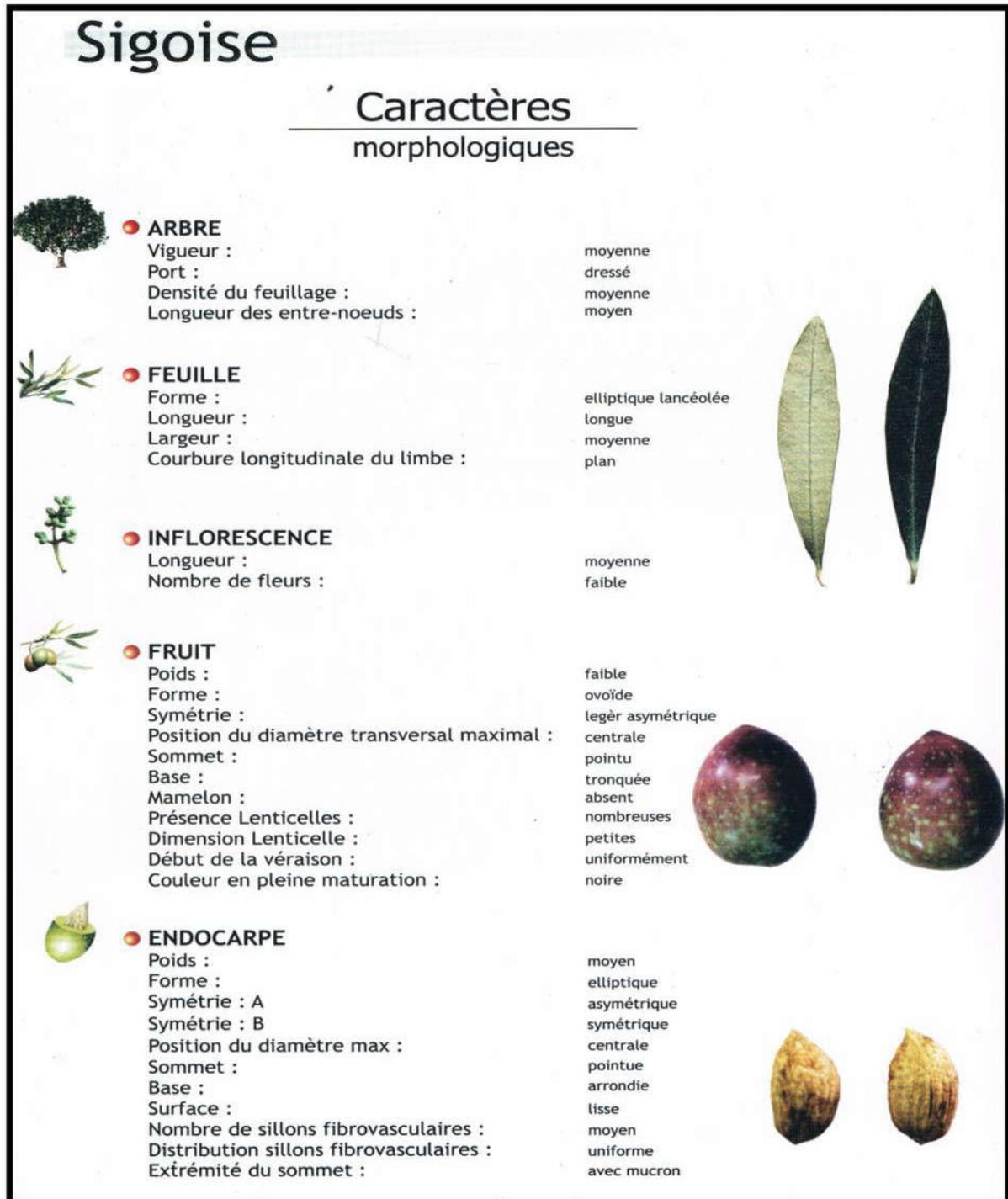


Figure : Description morphologique de la variété Sigoise (ITAF, 2006)

Tableau 28 : Liste systématique, groupe alimentaire fonctionnel et nombre d'insectes recensés dans l'oliveraie soumise à différents types de taille.

Species	FFG	P _f	P ₅₀	P ₂₅	P ₁₀
<i>Agabus uliginosus</i>	pré	1	0	1	5
<i>Agromyzidae sp</i>	phy	1	3	1	1
<i>Anthocoris nemoralis</i>	pré	0	1	1	0
<i>Apanteles sp</i>	par	0	1	0	0
<i>aphidiotus Syrphophagus</i>	par	0	1	3	4
<i>Carabidae sp</i>	pré	2	1	2	1
<i>Chrysoperla carnea</i>	Pré	4	7	4	3
<i>Coccophagus lycimnia</i>	Par	0	0	1	0
<i>Parlatoria oleae</i>	Phy	42	5	2	3
<i>Cuneopalpus cyanops</i>	Phy	0	0	1	2
<i>Curculionidae sp</i>	Phy	1	3	2	1
<i>Encyrtidae sp</i>	Par	1	0	0	0
<i>Euphyllura olivina</i>	Phy	102	191	209	212
<i>Frankiniella occidentalis</i>	Phy	3	0	4	1
<i>Harpalus affinis</i>	Phy	0	2	0	0
<i>Hydroporus pubescens</i>	Phy	0	0	0	0
<i>Leptocybe invasa</i>	Pré	0	0	0	2
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Phy	59	74	73	48
<i>Otiorhynchus ovatus</i>	Phy	1	0	0	3
<i>Pemphigus sp</i>	Phy	0	4	0	0
<i>Prays oleae</i>	Phy	0	0	0	1
<i>Psyllophagus blastopsylla</i>	Phy	0	1	0	0
<i>Pyrrhocorus apterus</i>	Par	0	0	1	0
<i>Quadrastichus sp</i>	Phy	0	1	1	0
<i>Sciaridae sp</i>	Pré	0	1	1	0
<i>Scymnus marinus</i>	Pré	138	166	161	225
<i>Stathorus punctillum</i>	Phy	0	0	1	0
<i>Tapinoma sp</i>	Phy	1	2	0	0
<i>Tenebrionidae sp</i>	Phy	1	3	5	2
<i>Liothrips oleae</i>	pré	9	11	11	13

Pf; taille agriculteur, P50; taille sévère, P25; taille moyenne, P10 ; taille légère, FFG; groupe d'alimentation fonctionnelle, Phy ; phytophage, Pré; prédateurs, Par; parasitoïdes.

Programme d'irrigation :

Période (mois)	Quantité d'eau (m ³ /ha)
-	
-	
-	
-	
-	
-	
-	
-	

Contraintes :

.....

4. Entretien des parcelles :

a. Taille :

Période :.....

Cadence : 1 fois/ ans 1 fois/ 2 a Absc

Contraintes :.....

b. Fertilisation :

Type d'engrais	Nom de l'engrais	Période	Application/ans
Engrais de fond (NPK)			
Engrais de couverture			
Engrais foliaires			
Autres fertilisants			

c. Traitement phytosanitaire :

Type de traitement	Période de traitement	Ravageurs et maladies visés
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

5. destination de la production :

Vente sur pied : Totale Partielle Absente

Période de récolte :

Moyens de récolte : Mécanique Manuelle

6. Appui et vulgarisation :

Avez-vous reçus des formations ?

Si oui, dans quel domaine ?

Conduite culturale Entretien autres à préciser :

7. Perspective de développement :

Allez-vous augmenter la superficie actuelle ?

Si oui : combien d'hectares.....

Quelle variété prévue
.....

Commentaire :
.....
.....
.....
.....

Si non : pourquoi ?
.....
.....
.....
.....



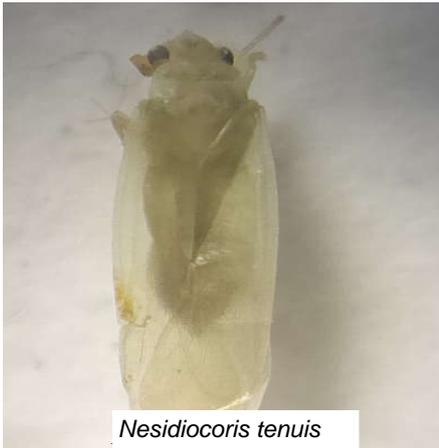
Euphyllura olivina



Otiorynchus cribricollis



Exochomus nigripennis



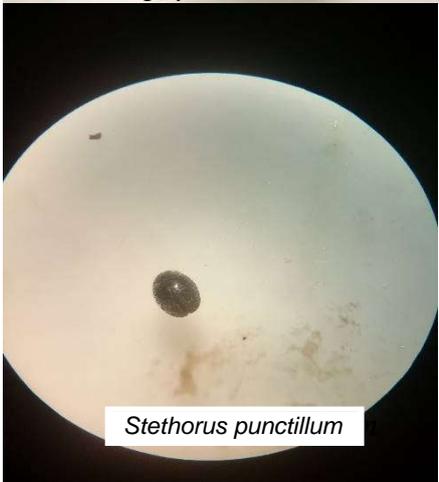
Nesidiocoris tenuis



Scymnus marinus



Chrysoperla carnea



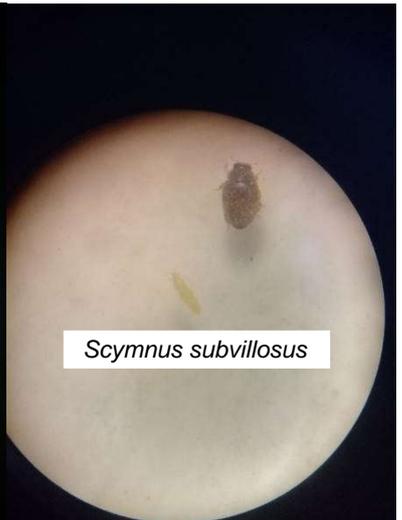
Stethorus punctillum



Larve de Chrysope



Diglyphus sp



k



BULLETIN D'ANALYSE DE SOL

REF: 2021/02/07

REFERENCES DU CLIENT			
Exploitant	Nom/Prénom	HOUACINE El Houcine	
	Adresse	Mascara	
Demandeur	Structure /Adresse		
Echantillon(s)	Profondeur (cm)	P1h1	COORDONNEES GPS
	Horizons	/	
Dates	Date entrée : 03/02/2021		Date sortie: 17/02/2021
RESULTATS			CONSEILS
Caractéristique	V. souhaitée	P1h1	L'échantillon de sol analysé présente un pH fortement basique. La conductivité électrique (Ced 1/5) est très faible (Ced1/5 < 0.6 dS/m, sol non salé). Le taux de calcaire est moyennement élevé. Le taux de matière organique (MO) est largement satisfaisant. Concernant les éléments fertilisants (Nt et P2O5), le taux d'azote (Nt) est bien pourvu et la teneur en phosphore assimilable (P2O5) est très faible.
pHeau	6.5 - 7.5	8,90	
Ced1/5 (dS/m)	< 0,6	0,137	
Ceps (dS/m)	< 2		
CaCO3 Total (%)	5 - 15	10,61	
CaCO3 actif (%)	5 - 7		
MO (%)	3 - 6	3,17	
N total (%)	0,15 - 0,3	0,16	
P2O5 (ppm)	80 - 120	40	
K2O (ppm)	100 - 180	221,75 ppm	
CEC (meq/100g)	> 9	12,25	
Ca++ (meq/100g)			
Mg++ (meq/100g)			
K+ (meq/100g)			
Na+ (meq/100g)			
ESP (%)			
Cl- (mg /l)			
CO3-- (mg /l)			
HCO3- (mg /l)			
SO4-- (mg /l)			
Gypse (%)			
Argile (%)	20 - 25		
Limon (%)	30 - 35		
Sable (%)	40 - 50		
Classe texturale			
Hr (%)			
pf4,2			
pf2,5			
RFU			
Dr g/cm3			
Da g/cm3			

قاسم فرید
 مدير المخبر



Le Responsable du Laboratoire

NB: L'échantillon de sol analysé a été remis au laboratoire par M. HOUACINE El Houcine.

Route de Sidi M'Hamed Benaouda BP 61 EL MATMAR (RELIZANE)

N°TEL/FAX : 046801261